芯　　片　　手　　册

版本 1.3

目录

PL3200 芯片特点及功能概述

1)特点

☆ 采用 0.35um 超大规模数/模混合 CMOS 制造工艺；
☆ 拥有多项自主知识产权的 SoC（System on Chip）设计；
☆ 内置高精度数字多功能电能计量电路，计量标准完全符合国标 GB/T 17883 和 GB/T 17215（等效于 IEC687/1036）。计量精度达到在 1000:1 的动态范围内误差小于 0.1%；
☆ 电流通道内置可程序设定增益放大器（PGA）；
☆ 内置双通道电流采样、正/负功指示数字逻辑电路；
☆ 内置有功功率和无功功率计量电路；
☆ 内置电压/电流有效值、相电压频率测量电路；
☆ 内嵌增强型 8051 兼容微处理器；
☆ 内置扩频通信调制/解调电路；
☆ 内置 256 bytes + 1024 bytes SRAM（静态随机存储器）；
☆ 内置 16K bytes E^2PROM（电可擦除/可编程存储器）；
☆ 内置两个可灵活配置的全双工多功能 UART；
☆ 内置三个 8/16 位定时/计数器，一个看门狗定时器以及三个外部中断源；
☆ 内置 4*32 段 LCD 显示控制/驱动电路或 8*8 段 LED 显示控制/驱动电路；
☆ 内置可数字频率校正的实时钟；
☆ 内置可对电能计量精度和实时钟精度进行温度分段线性补偿的温度传感器；
☆ 内置 2.5V±8%电压源基准；
☆ 内置串行程序存储器编程接口，支持在系统编程（ISP）；
☆ 采用 5V 单电源供电；
☆ 内置完善的电源电压监测电路；
☆ 温度适用范围（工业级标准） -40℃-- +85℃；

2)功能概述

电能计量部分：

☆ 提供高精度电能计量；
☆ 提供有功功率和无功功率瞬时值输出（应用于仪表校验）；
☆ 指示正/负功；
☆ 双通道电流采样，具备防窃电功能；
☆ 电流通道内置可调增益放大器（PGA），方便电能计量的多种采样方式；
☆ 具有电压/电流有效值测量以及相电压频率测量功能；

微处理器部分：

☆ 内嵌的增强型 8051 兼容微处理器，配置 8/16 位 ALU 、256 bytes + 1024 bytes SRAM 以及 16K bytes E^2PROM、三个 8/16 位定时/计数器，一个看门狗定时器以及三个外部中断，为用户提供丰富的嵌入式资源和理想的应用开发平台；

☆ 超级指令流水线架构，同等主频情况下 8 倍速于标准 8051 微处理器；

☆ 两个全双工 UART（通用同步/异步接收/发送器），一个可配置为 38KHz 红外通信模式，另一个可配置为 RS485 通信模式，提供了方便的多种数据传输方式。

外围部分：

☆ 扩频通信调制/解调电路，支持 CDMA（码分多址）多地址数据同时传送（Gold 序列/Kasami 序列），彻底解决了实现多台区通信串扰的远程数据通信。

☆ 提供 4*32 段 LCD 显示控制/驱动电路或 8x8 段 LED 显示控制/驱动电路，使显示模式更加灵活。同时，支持 LCD 独立电池供电显示模式，实现低功耗停电抄表功能。

☆ 根据系统电源及后备电源的情况（使用电源电压监测电路），完成工作模式的自动转换以及 MCU、外围电路的复位的功能。

☆ 串行程序存储器编程接口，可实现用户的在系统编程功能。

☆ 数字频率校正的实时钟（RTC）以 BCD 码形式提供年、月、日、星期、时、分、秒和自动闰年闰月（2000-2099）功能。

PL3200 芯片技术指标、封装和管脚定义

1)电器参数

电特性（ Ta=25°C,AVDD=5V,DVDD=5V,Fosc=9.6MHz ）

测量项目	符号	测试条件	测量点	最小	典型	最大	单位
工作电流	Iwmax	所有功能使能			12		mA
	Iwmin	所有功能禁用			9		mA
工作电压	Vw	标准			5±5%		V
参考电压	VREF				2.5±8%		V
参考电压温度系数					30		ppm/°C
模拟输入(Vpp)		相对 AGND	UP,UN I1P,I1N I0P,I0N			±600	mV
			SIGin			800	
时钟输入	Fosc			1	9.6	20	MHz
有功功率误差					±1‰		
无功功率误差					±5‰		
输入	VIH			2.4			V
	VIL					0.8	V
输出	VOH	IOH=3mA		4.0			V

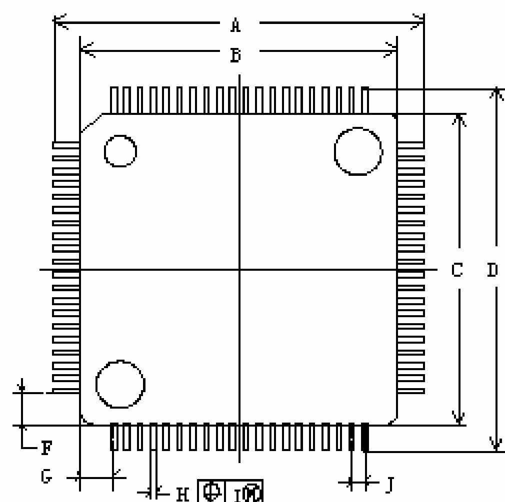
	V_{OL}	I_{OL}=10mA				0.4	V
直流电源抑制（输出频率误差）		±250mV			0.2%		
交流电源抑制（输出频率误差）		200mV, 100Hz, 纹波			±0.3%		
ADC 失调		模拟输入直流失调				±16	mV
增益误差		无失调			±4		
相位误差					0	0	

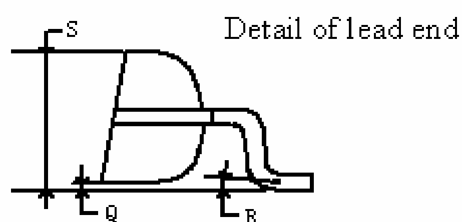
2)极限参数

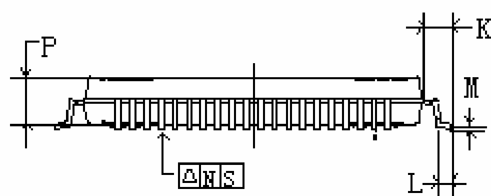
极限参数

项目	符号	极值	单位
储藏温度	T_{STR}	-60 ～ +150	℃
结温	T_{SR}	+150	℃
焊接温度（焊接 10 秒）	T_{ILT}	+260	℃
汽相焊接（60 秒）	T_{S}	+215	℃
红外焊接（15 秒）	T_{IF}	+220	℃
工作温度	T_{OPR}	-40 ～ +85	℃
电源电压	AVDD,DVDD	7	V

3)封装参数

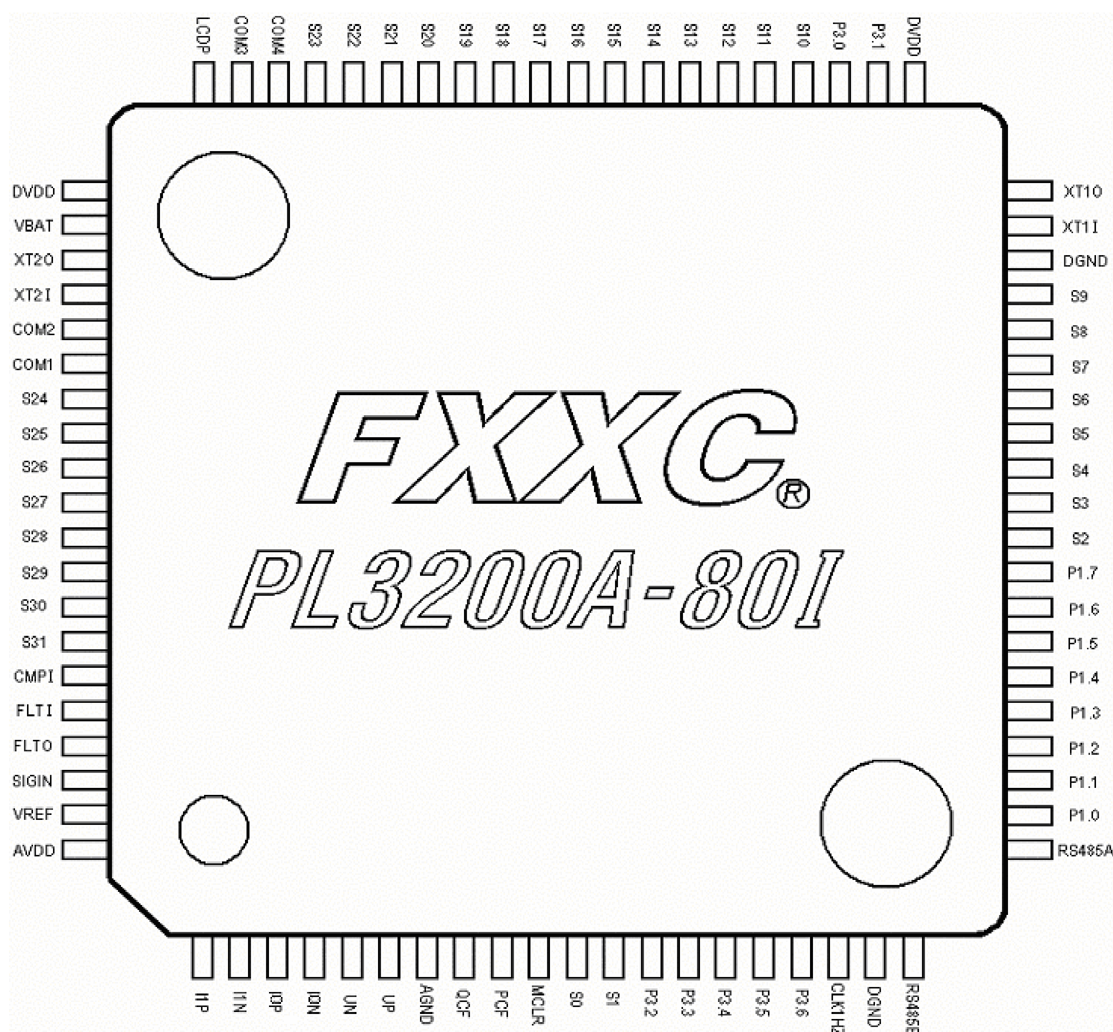


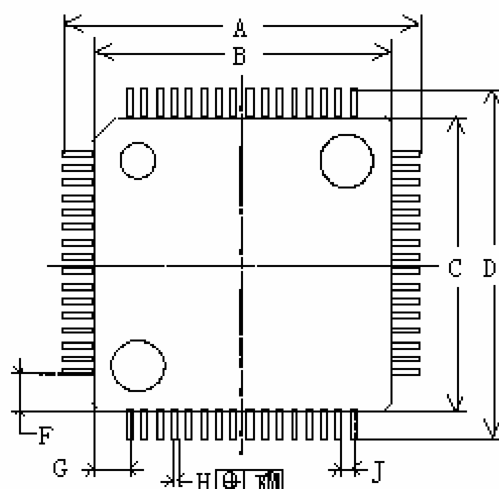


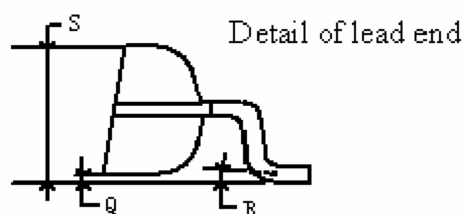


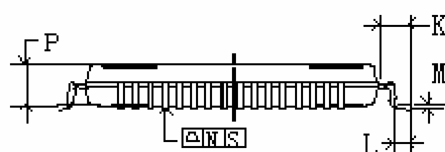
PL3200A-LQFP80

ITEM	MILLIMETERS	INCHES
A	14.0±0.4	0.551±0.016
B	12.0±0.2	0.472±0.008
C	12.0±0.2	0.472±0.008
D	14.0±0.4	0.551±0.016
F	1.25±0.1	0.049±0.004
G	1.25±0.1	0.049±0.004
H	0.2±0.1	0.008±0.004
I	0.13	0.005
J	0.5(T.P.)	0.020(T.P.)
K	1.0±0.2	0.039±0.008
L	0.5±0.2	0.020±0.008
M	0.127 +0.10 -0.05	0.005 +0.004 -0.002
N	0.10	0.004
P	1.4(T.P.)	0.055(T.P.)
Q	0.1±0.1	0.004±0.004
R	3° +7° -3°	3° +7° -3°
S	1.7MAX	0.067MAX


LCDP
COM3
COM4
S23
S22
S21
S20
S19
S18
S17
S16
S15
S14
S13
S12
S11
S10
P3.0
P3.1
DVDD
DVDD
VBAT
XT2O
XT2I
COM2
COM1
S24
S25
S26
S27
S28
S29
S30
S31
CMPI
FLTI
FLTO
SIGIN
VREF
AVDD
XT1O
XT1I
DGND
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
P1.7
P1.6
P1.5
P1.4
P1.3
P1.2
P1.1
P1.0
RS485A
I1P
I1N
I0P
I0N
UN
UP
AGND
QCF
PCF
MCLR
S0
S1
P3.2
P3.3
P3.4
P3.5
P3.6
CLK1HZ
DGND
RS485B
FXXC®
PL3200A-80I

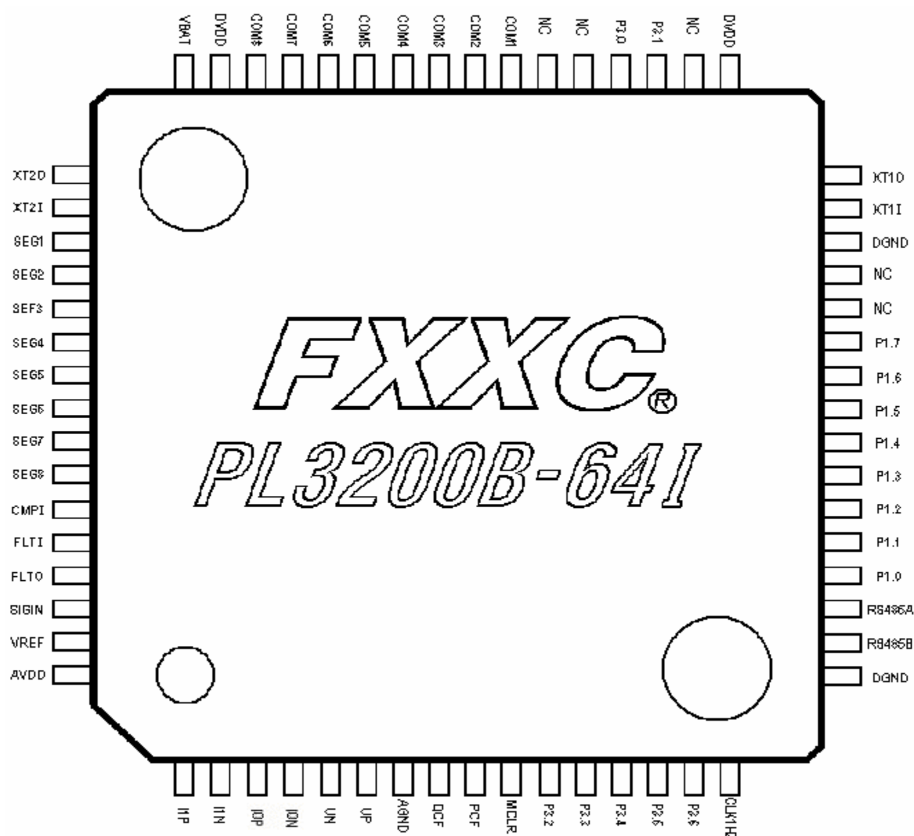


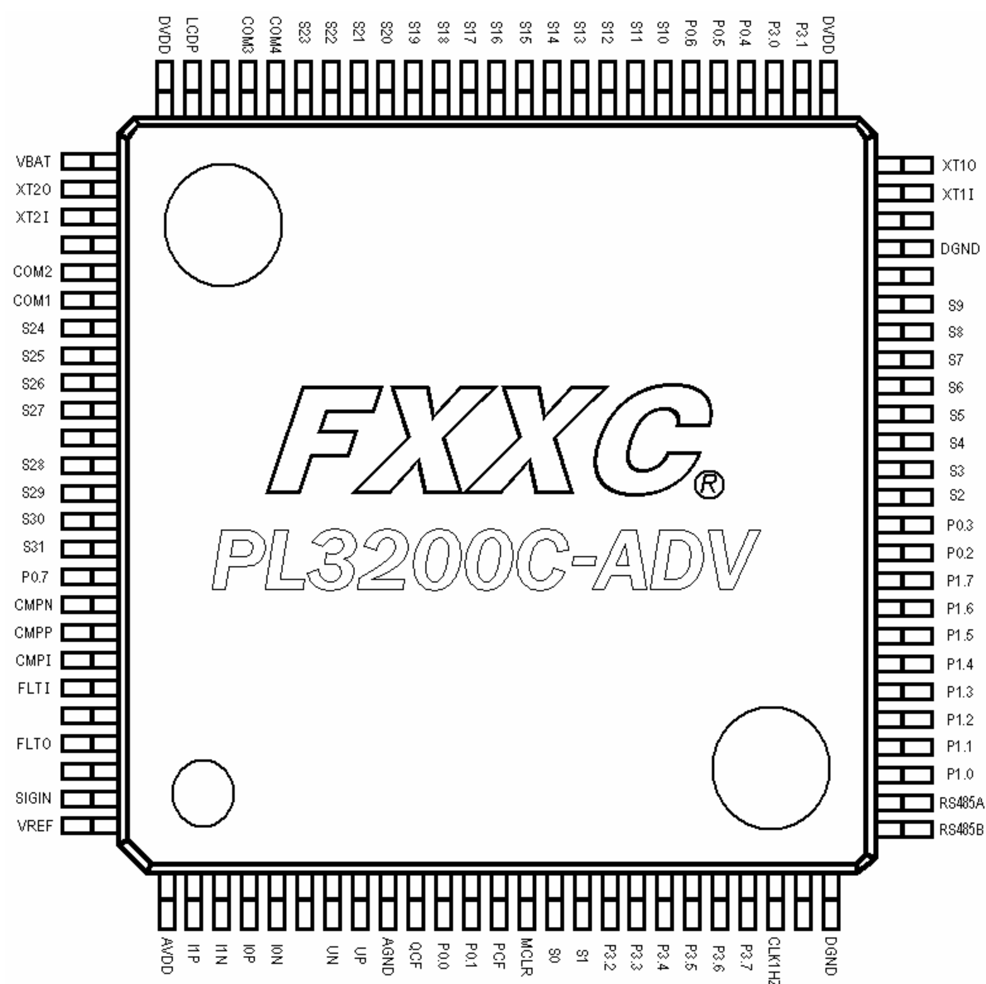




PL3200B-LQFP64

ITEM	MILLIMETERS	INCHES
A	12.0±0.4	0.472±0.016
B	10.0±0.2	0.394±0.008
C	10.0±0.2	0.394±0.008
D	12.0±0.4	0.472±0.016
F	1.25±0.1	0.049±0.004
G	1.25±0.1	0.049±0.004
H	0.2±0.1	0.008±0.004
I	0.13	0.005
J	0.5 (T.P.)	0.020 (T.P.)
K	1.0±0.2	0.039±0.008
L	0.5±0.2	0.020±0.008
M	$0.127^{+0.10}_{-0.05}$	$0.005^{+0.004}_{-0.002}$
N	0.10	0.004
P	1.4 (T.P.)	0.055 (T.P.)
Q	0.1±0.1	0.004±0.004
R	$3°^{+7°}_{-3°}$	$3°^{+7°}_{-3°}$
S	1.7 MAX	0.067 MAX


FXXC®
PL3200B-64I
VBAT
DVDD
COM8
COM7
COM6
COM5
COM4
COM3
COM2
COM1
NC
NC
P3.0
P3.1
NC
DVDD
XT2O
XT2I
SEG1
SEG2
SEF3
SEG4
SEG5
SEG6
SEG7
SEG8
CMPI
FLTI
FLTO
SIGIN
VREF
AVDD
XT1O
XT1I
DGND
NC
NC
P1.7
P1.6
P1.5
P1.4
P1.3
P1.2
P1.1
P1.0
RS485A
RS485B
DGND
I1P
I1N
I0P
I0N
UN
UP
AGND
QCF
PCF
MCLR
P3.2
P3.3
P3.4
P3.5
P3.6
CLK1HZ


FXXC®
PL3200C-ADV
DVDD
LCDP
COM3
COM4
S23
S22
S21
S20
S19
S18
S17
S16
S15
S14
S13
S12
S11
S10
P0.6
P0.5
P0.4
P3.0
P3.1
DVDD
VBAT
XT2O
XT2I
COM2
COM1
S24
S25
S26
S27
S28
S29
S30
S31
P0.7
CMPN
CMPP
CMPI
FLTI
FLTO
SIGIN
VREF
XT1O
XT1I
DGND
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
P0.3
P0.2
P1.7
P1.6
P1.5
P1.4
P1.3
P1.2
P1.1
P1.0
RS485A
RS485B
AVDD
I1P
I1N
I0P
I0N
UN
UP
AGND
QCF
P0.0
P0.1
PCF
MCLR
S0
S1
P3.2
P3.3
P3.4
P3.5
P3.6
P3.7
CLK1HZ
DGND

管脚定义

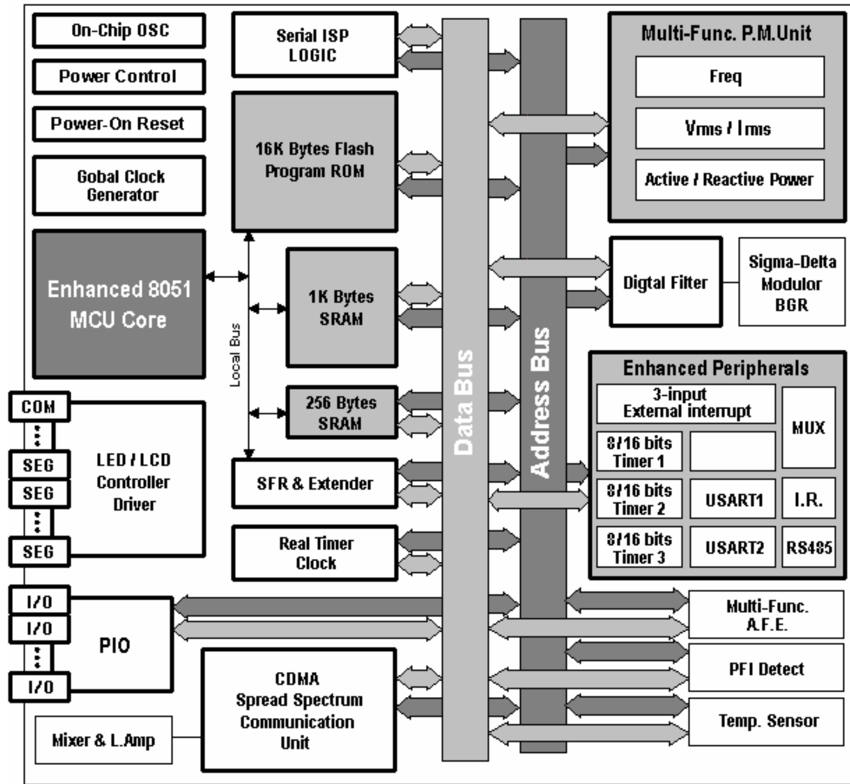
	100 Pin No.	80 Pin No.	64 Pin No.	I/O	Description
I1P	2	1	1	I	电流通道 1 模拟信号全差分输入端
I1N	3	2	2	I	（典型 450mV 满量程，PGA=4）
I0P	4	3	3	I	电流通道 0 模拟信号全差分输入端
I0N	5	4	4	I	（典型 450mV 满量程，PGA=4）
UN	7	5	5	I	电压通道模拟信号全差分输入端
UP	8	6	6	I	（典型 450mV 满量程）
AGND	9	7	7	PWR	芯片模拟部分电源地 （模拟部分地要与数字部分地分开）
QCF	10	8	8	O	无功瞬时功率脉冲输出（校表用）
P0.0	11			I/O	微处理器 8051 I/O 端口
P0.1	12			I/O	
PCF	13	9	9	O	有功瞬时功率脉冲输出（校表用）
MCLR	14	10	10	I	全芯片手动复位输入， 上升沿、下降沿均触发 （正常工作时要置 1）
S0	15	11		O	LCD SEG 驱动引脚
S1	16	12		O	
P3.2	17	13	11	I/O	（端口复用说明：P3.2 与 INT0 复用；P3.3 与 INT1 复用；P3.4 与定时/计数器中断 0 复用；P3.5 与定时/计数器中断 1 复用） 微处理器 8051 I/O 端口
P3.3	18	14	12	I/O	
P3.4	19	15	13	I/O	
P3.5	20	16	14	I/O	
P3.6	21	17	15	I/O	
P3.7	22			I/O	
CLK1HZ	23	18	16	O	实时钟（RTC）秒校准输出
NC	24			I	悬空或接 DVDD
DGND	25	19	17	PWR	芯片数字部分电源地 （注：有两个数字电源地，并且要接在一起）
RS485B	26	20	18	I/O	UART1 / RS485 通信口
RS485A	27	21	19	I/O	（做串口使用时 A 作 TXD，B 作 RXD）
P1.0	28	22	20	I/O	（端口复用说明：P1.0 与在线编程的串行时钟输入复用；P1.1 与在线编程的串行数据输入/输出复用；P1.4 与 INT2 复用；P1.7 与定时/计数器中断 2 或载波调制数据输出复用） 微处理器 8051 I/O 端口
P1.1	29	23	21	I/O	
P1.2	30	24	22	I/O	
P1.3	31	25	23	I/O	
P1.4	32	26	24	I/O	
P1.5	33	27	25	I/O	
P1.6	34	28	26	I/O	
P1.7	35	29	27	I/O	
P0.2	36			I/O	
P0.3	37			I/O	

S2	38	30		O	LCD SEG 驱动引脚
S3	39	31		O	
S4	40	32		O	
S5	41	33		O	
S6	42	34		O	
S7	43	35		O	
S8	44	36		O	
S9	45	37		O	
MODE	46				
DGND	47	38	30	PWR	芯片数字部分电源地
XT1I	49	39	31	I	9.6MHz 振荡器输入
XT1O	50	40	32	O	9.6MHz 振荡器输出
DVDD	51	41	33	PWR	芯片数字部分电源 （注：有两个数字电源引脚，需同时接+5V）
P3.1	52	42	35	I/O	微处理器 8051 I/O 端口 端口复用说明：与 UART0 复用（P3.0 作 RXD，P3.1 作 TXD）、并可使能为 38KHz 红外线载波调制输出。
P3.0	53	43	36	I/O	
P0.4	58			I/O	
P0.5	63			I/O	
P0.6	68			I/O	
S10	54	44		O	LCD SEG 驱动引脚
S11	55	45		O	
S12	56	46		O	
S13	57	47		O	
S14	59	48		O	
S15	60	49		O	
S16	61	50	39	O	LCD SEG 驱动引脚 LED COM 驱动引脚
S17	62	51	40	O	
S18	64	52	41	O	
S19	65	53	42	O	
S20	66	54	43	O	
S21	67	55	44	O	
S22	69	56	45	O	
S23	70	57	46	O	
COM4	71	58		O	LCD COM 驱动引脚
COM3	72	59		O	
LCDP	74	60		PWR	LCD 驱动部分电源 （LCD 功能不用时接地）
DVDD	75	61	47	PWR	芯片数字部分电源
VBAT	76	62	48	PWR	实时钟电源 （实时钟功能不用时可以悬空）
XT2O	77	63	49	O	32768Hz 实时钟振荡器输出

XT2I	78	64	50	I	32768Hz 实时钟振荡器输入
COM2	80	65		O	LCD COM 驱动引脚
COM1	81	66		O	
S24	82	67	51	O	LCD SEG 驱动引脚 LED SEG 驱动引脚
S25	83	68	52	O	
S26	84	69	53	O	
S27	85	70	54	O	
S28	87	71	55	O	
S29	88	72	56	O	
S30	89	73	57	O	
S31	90	74	58	O	
P0.7	91			I/O	微处理器 8051 I/O 端口
CMPN	92			I	内置电压比较器反相输入端
CMPP	93			I	内置电压比较器同相输入端
CMPI	94	75	59	I	主电源掉电监测比较器输入端 (掉电检测功能不用时悬空)
FLTI	95	76	60	O	480KHz 外置陶瓷滤波器输入
FLTO	97	77	61	I	480KHz 外置陶瓷滤波器输出
SIGIN	99	78	62	I	扩频通信信号输入端
VREF	100	79	63	I/O	内置电压基准源输出 (外接一个 0.1 微法的电容退耦)
AVDD	1	80	64	PWR	芯片模拟部分电源 (模拟部分电源要与数字部分电源分开)

PL3200 芯片工作原理及应用指南

1. 芯片内部功能模块框图



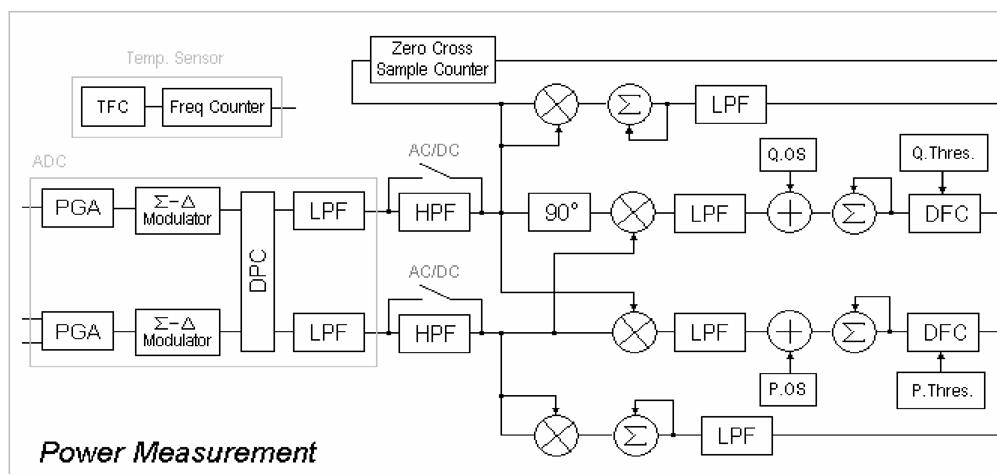
PL3200 逻辑功能框图

2. 各模块工作原理及应用指南

1) 电能计量模块

电能计量工作原理

在这里首先介绍电能计量模块内部的原理框图



TFC：温度/频率转换器
Freq Counter：频率计数器
PGA：程控增益放大器
DPC：数字相位校正
LPF：低通滤波器：
HPF：高通滤波器
DFC：数字/频率转换器

具体过程：首先，实现对电流、电压的采样；然后，经过放大电路放大，通过 A/D 转换器转换成为数字信号；接下来经过数字滤波、移相等处理；最终，得到有效的电能计量数据。从而，完成对有功/无功功率、瞬时电流和电压的有效值以及当前的交流频率值的计量，计算。

计量电路可以由软件来控制采样两路电流信号中的某一路。在计量模块内部与电压采样结果进行乘法处理，计算得到有功功率、无功功率。上电复位时默认为第一路 ADC 采样作为电流通道的输入。

计量输出设置

计量输出部分采用的是主时钟分频得到 600KHz 频率再经过降 12 倍频采样得到速率为 5KHz 数字脉冲输出：

- 有功电能 PCF；
- 无功电能 QCF；

校表方式：软件模式，通过 8051 将校表数据写入到校表专用的寄存器中。
有功校表：调整 Pgate_HB、Pgate_LB、Poff_HB、Poff_LB 寄存器的值。
无功校表：调整 Qgate_HB、Qgate_LB、Qoff_HB、Qoff_LB 寄存器的值。

计量部分与 8051 数据交换

计量模块与 8051 之间是并行通讯，通过寄存器以及中断进行控制。PL3200 内部的嵌入式微处理器 8051 可以通过特殊功能寄存器（SFR）地址直接访问计量模块内部的寄存器。

电能计量单元的寄存器主要分为控制寄存器、标识寄存器、校表寄存器和数据寄存器四类。

- 控制寄存器：控制计量部分的工作模式。
  防窃电工作方式：上电初始化为 0，选择 0 通道电流
  有功脉冲计数模式选择：上电初始化为 0，绝对相加
  无功脉冲计数模式选择：上电初始化为 0，绝对相加
  直流和交流电电能计量模式选择：上电初始化为 0，交流模式
  电能计量使能控制：上电初始化为 1，使能有效
  有功功率计量中断/查询模式使能控制：上电初始化为 0，查询模式
  无功功率计量中断/查询模式使能控制：上电初始化为 0，查询模式
  ADC 增益选择：上电初始化为 00，4 倍增益；01、10、11 分别为 8、16、32 倍增益
- 校表寄存器：8051 将校表数据写入其中对电能计量进行校准

有功计量门限：16 位无符号数，上电初始化为 7fff
有功线性补偿：16 位有符号数，上电初始化为 0000
无功计量门限：16 位无符号数，上电初始化为 7fff
无功线性补偿：16 位有符号数，上电初始化为 0000

- 标识寄存器：产生相关计量标识。

A/D 转换结束标识：1，转换中；0，转换结束
有功功率计量脉冲标识：1 有效
有功功率正负标识：1，负功；0，正功
无功功率计量脉冲标识：1 有效
无功功率正负标识：1，负功；0，正功

- 数据寄存器：传输计量数据到 8051

电压采样转换值：16 位有符号数
电流采样转换值：16 位有符号数
有功计量脉冲计数值：8 位无符号数
无功计量脉冲计数值：8 位无符号数
电压计量值：32 位无符号数
电流计量值：32 位无符号数
电压/电流计量采样周波数：16 位无符号数
交流频率计量值：16 位无符号数

电能计量工作过程：

A. 系统上电进入电能计量默认工作状态；
B. 通过向写保护寄存器写入控制数据来取消写保护；
C. 通过向控制寄存器写入数据来控制电能计量使能和工作模式；
D. 通过向校表寄存器写入数据来调整电能计量精度；
E. 通过向写保护寄存器写入控制数据来使能写保护；
F. 读取标识寄存器、数据寄存器的值，查询计量结果；

注意：只有通过对 FBH 地址的只读寄存器进行写操作才能启动平均电压、平均电流的测量（平均电压、平均电流是同时进行测量的），数据的转换时间需要 300ms。即完成对 FBH 的写操作后 300ms 后才可以查询平均电压计量值、平均电流计量值和采样周波数来用以计算平均电压和平均电流的有效值。（该寄存器是一个非零值，一直保持到下一次电压、电流计量的启动才重新被清零。300ms 后得到另一计量值。）电压、电流有效值的计算详见电压、电流计量寄存器说明。

寄存器使用

- 写保护寄存器

Write Protect Register（FFH） 写保护寄存器　　　　Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：向此寄存器写入数据 FFH 时取消写保护（即允许对所有可写寄存器进行写操作）；否则使能写保护（即所有寄存器均为只读、不可写）。

- 控制寄存器

Config（FCH） 电能计量控制寄存器 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	ENA	AC_DC	PIE	QIE	PMOD	QMOD	--	Isel
Reset	1	0	0	0	0	0	--	0

注解：

ENA ：电能计量使能控制，1 有效；0 无效；

AC_DC：直流/交流电能计量切换控制，0 交流，1 直流；

PIE ：有功计量中断/查询切换控制，0 查询，1 中断；

QIE ：无功计量中断/查询切换控制，0 查询，1 中断；

PMOD ：有功脉冲计数模式选择，1 考虑正负，0 不考虑正负；

QMOD ：无功脉冲计数模式选择，1 考虑正负，0 不考虑正负；

Isel ：电流通道 2 和通道 1 选通控制，0 通道 2，1 通道 1；

Iagc_cfg（FDH） ADC 增益选择控制寄存器 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	--	--	--	--	--	--	G1	G0
Reset	--	--	--	--	--	--	0	0

注解：

ADC 增益选择（Bit1，Bit0）：

00：4 倍增益；

01：8 倍增益；

10：16 倍增益；

11：32 倍增益；

DPC （FEH） 相位校正寄存器 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	--	--	0	0	0	0	0

注解：

DPC[7] ：电压、电流选择位：1 电压、0 电流；

DPC[4-0]：相位调整量控制位；

DPC[4-0]=00000 ：相位向后移 0 度；

DPC[4-0]=11111 ：相位向后移 0.9 度；并且，相位的调整量与 DPC[4-0]带表的十进制值是成线形关系的。所以，相移量与控制位的对应关系可计算得出。

● 校表寄存器：

Pgate_HB（13H）有功门限寄存器高字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	1	1	1	1	1	1	1

Pgate_LB（12H）有功门限寄存器低字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

注解：双字节的有功电能计量门限，无符号数，在 0～65535 范围内可调，其作用是为了调节电能计量精度。原理如下：当电能累加量超过该门限，即产生校表脉冲 PCF。显然，该门限越小，校表脉冲 PCF 的出现频率越高，反之，校表脉冲 PCF 的出现频率越低。通过不断调整该门限，直到 PCF 脉冲频率符合实际需要为止，即完成了

校表的粗调过程。

Poff_HB(11H)有功线性补偿寄存器高字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

Poff_LB(10H)有功线性补偿寄存器低字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：双字节的有功线性补偿值，有符号数，在-32768～+32767 范围内可调，其作用是通过对每一次电压电流乘积在积分前的瞬时值进行微小的正负修正，更精确地产生校表脉冲 PCF，完成了校表的微调过程（其主要用途是抵消掉由板级噪声干扰或采样非线性引起的误差）。

Qgate_HB(17H)无功门限寄存器高字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	1	1	1	1	1	1	1

Qgate_HB(16H)无功门限寄存器低字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

注解：双字节的无功电能计量门限，无符号数，在 0～65535 范围内可调，其作用是为了调节电能计量精度。原理如下：当电能累加量超过该门限，即产生校表脉冲 QCF。显然，该门限越小，校表脉冲 QCF 的出现频率越高，反之，校表脉冲 QCF 的出现频率越低。通过不断调整该门限，直到 QCF 脉冲频率符合实际需要为止，即完成了校表的粗调过程。

Qoff_HB(15H)无功线性补偿寄存器高字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

Qoff_LB(14H)无功线性补偿寄存器低字节 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：双字节的无功线性补偿值，有符号数，在-32767～+32767 范围内可调，其作用是通过对每一次电压与移相 90 度的电流乘积在积分前的瞬时值进行微小的正负修正，更精确地产生校表脉冲 QCF，完成了校表的微调过程（其主要用途是抵消掉由板级噪声干扰或采样非线性引起的误差）。

- 标识寄存器：

Status(FBH) 标识寄存器 Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	LDE	Q.DIR	QCF	P.DIR	PCF

注解：

LDE ：A/D 转换结束标识：1，数据转换过程中；0 数据转换结束并生效

QDIR：无功功率正负标识：1，负功；0，正功

QCF ：无功功率计量脉冲标识：1 有效

PDIR：有功功率正负标识：1，负功；0，正功

PCF ：有功功率计量脉冲标识：1 有效

- **数据寄存器：　（只读）**

UAD_HB　(0DH)实时电压寄存器高字节　　　　　　　　　　　　　Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	UAD15	UAD14	UAD13	0	0	0	0	0

UAD_LB　(0CH)实时电压寄存器低字节　　　　　　　　　　　　　Read

	Bit7	Bi6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：是实时电压采样数据滤波后的值，该寄存器可以作为数字校表用，通过该寄存器的数字可以估算出系统的电压测量范围。

IAD_HB(0BH)实时电流寄存器高字节　　　　　　　　　　　　　Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：是实时电流采样数据滤波后的值，该寄存器可以作为数字校表用，通过该寄存器的数字可以估算出系统的电流测量范围。

IAD_LB(0AH)实时电流寄存器低字节　　　　　　　　　　　　　Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

P.CNT(0EH)有功计量脉冲计数寄存器　　　　　　　　　　　　　Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：系统在计量有功时，除了向外部提供用于计量的计量脉冲 PCF 外，在系统内部也在对该计量脉冲进行累加，该寄存器为只读，计满 FF 后清零。

Q.CNT(0FH)无功计量脉冲计数寄存器　　　　　　　　　　　　　Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：系统在计量无功时，除了向外部提供用于计量的计量脉冲 QCF 外，在系统内部也在对该计量脉冲进行累加，该寄存器为只读，计满 FF 后清零。

Vrms(09H 08H 07H 06H)　电压计量寄存器 4 字节(由高到低)　　　Read

	Bit31	Bit30	- - - - - -	Bit1	Bit0
Reset	0	0		0	0

注解：在启动电压、电流计量 300ms 后，用户便可以在该寄存器中读出一组 32BIT 的数据，该数据为当前电压采样值，开方后得到电压的测量值 Ub，以及电压/电流计量采样周波数 Db，由于系统之间存在差异，所以每个系统在计算电压必须先读该寄存器标定，即在 220V(额定电压)启动电压、电流计量 300ms 后，读出电压计量器的数据开方后的到 Ua，以及电压/电流计量采样周波数 Da，作为 220V 的标称值。将当前得到的测量值与标称值作比，便可以得到一个 220V 的倍数值，便可计算出此时的电压有效值，具体公式为:$U_x=(Ub/Ua)\times220\times(Da/Db)$.

Irms(05H 04H 03H 02H)　电流计量寄存器 4 字节(由高到低)　　　Read

	Bit31	Bit30	- - - - - -	Bit1	Bit0
Reset	0	0		0	0

注解：在启动电压、电流计量 300ms 后，用户便可以在该寄存器中读出一组 32BIT 的数据，该数据为当前电流采样值，开方后得到电压的测量值 Ib，以及电压/电流计量采样周波数 Db，由于系统之间存在差异，所以每个系统在计算电压必须先读该寄存器标定，即在 5A(额定电流)启动电压、电流计量 300ms 后，读出电流计量器的数据开方后的到 Ia，以及电压/电流计量采样周波数 Da，作为 5A 的标称值。将当前得到的测量值与标称值作比，便可以得到一个 5A 的倍数值，便可计算出此时的电流有效值，具体公式为：I_x=(Ib/Ia)×5×(Da/Db)．

Tcal_HB(FAH)电压/电流计量采样周波计数寄存器高字节 Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

Tcal_LB(F9H)电压/电流计量采样周波计数寄存器低字节 Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：该寄存器主要用于电压、电流的有效值计算。在启动电压、电流计量 300ms 后，该寄存器的数据反映的是电流、电压的采样个数，由于电源的频率的变化，而采样的周波及每次采样的间隔时间不变，所以，频率高的采样点少。

Treq_HB(01H)交流频率计量寄存器高字节 Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

Treq_HB(00H)交流频率计量寄存器低字节 Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：该寄存器是用于测量系统所在环境的交流电压的频率。该寄存器是由系统实时更新。用户只需在需要时读出该寄存器的值。用 250000 除以该值可得到该时刻的电源电压频率。

2)增强型 8051 的微处理器 MCU

8051 MCU 资源配置

PL3200 内嵌的 MCU 采用 8/16 位的增强型 8051 兼容微处理器。其 ALU 可由硬件完成 16 位的加减乘除运算，大大提高了 16 位处理能力；嵌入式 MCU 的主时钟由外部晶振二分频后得到，即 8051 的时钟频率为 4.8MHz，由于内部的译码和执行机构采用了 RISC 指令流水技术，使得程序平均运行速度较标准 8051 微处理器快达 8 倍之多(即接近外部晶振为 40MHz 时的标准 8051 性能）。

- 嵌入式 MCU 的地址空间分配：
  - ✓ 内部 SRAM：256 bytes（00H～FFH），其中 80H～FFH 为 SFR；
  - ✓ 外部 SRAM：1024 bytes（0000H～03FFH）；
  - ✓ E^2PROM 程序存储器空间 16K，地址从 0000H～3FFFH。
- 嵌入式 MCU 具有：
  - ✓ 两个全双工 UART 串行口，
  - ✓ 一个看门狗定时器，
  - ✓ 三个 8/16 位定时/计数器以及三个外部中断。

程序控制部分功能

◆ 中断控制：

● 8051 本身五个中断源分别是：

外部中断 INT0、定时/计数器 T0 溢出中断、外部中断 INT 1、定时/计数器 T1 溢出中断、串行口中断 UART，优先级按顺序从高到低，8051 中断优先级寄存器 IP。 其操作控制为标准 8051 方式，中断入口地址仍然如下：

- ✓ INT0 ： 0003H
- ✓ T0 ： 000BH
- ✓ INT1 ： 0013H
- ✓ T1 ： 001BH
- ✓ UART： 0023H

● PL3200 中，在 8051 原有的基础上增加了 3 个中断源，具体定义如下：

- ✓ T2 ： 002BH
- ✓ UART1： 0033H
- ✓ INT2 ： 003BH

● 定时/计数器 T2 溢出中断：

定时/计数器 T2 溢出中断与 T0 和 T1 的溢出中断相似。当 TH2/TL2(CCH/CDH)计数溢出后，TF2 置 1，同时产生中断申请。其中断入口地址为：002BH，其相关的控制器/位如下：

TCON1 (C8H) 扩展中断控制、标识寄存器 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TCON1	--	--	TF2	TR2	--	--	IE2	IT2
Reset	--	--	0	0	--	--	0	0

注解：

TR2(TCON1.4): T2 计数启动位。

TF2(TCON1.5): T2 计数溢出标志位。

TMOD1 (89H) 定时器工作方式 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
TMOD	--	--	--	--	GATE	C/T	M1	M0
Reset	--	--	--	--	0	0	0	0

注解：

TMOD 的高 4 位没有用，低 4 为用于控制 T2 的工作模式。

C/T：计数器/定时器方式选择位。C/T=0 时，设置为定时方式。C/T=1 时，设置为计数器方式。

GATE：门控制位，GATE=0 时，只要用软件将 TR2 置 1 就可以启动定时器，而不管 INT2 的电平高低。GATE=1 时，只有 INT2 引脚为 1 且由软件将 TR2 置 1 才能启动定时器。

M0 和 M1：操作模式控制位。定义如下：

M1	M0	工作模式	功能描述
0	0	模式 0	13 位计数器

0	1	模式 1	16 位计数器
1	0	模式 2	8 位自装载计数器
1	1	模式 3	定时器 2 不支持这种模式

ET2(IE.5):T2 的中断允许位。ET2=1 时，允许中断，ET2=0 不允许中断。

PT2(IP.5):T2 中断的优先级控制位。PT2=1 时为优先级高。PT2=0 时优先级低。

TL2(CCH):定时/计数器（低 8 位）。

TH2(CDH):定时/计数器（高 8 位）。

- 扩展串行口中断 UART1：

PL3200 为双串口系统。其扩展串口中断与原有的串行口中断的使用方式一样。其中断入口地址为:0033H.产生波特率用定时器 T2. 相应的控制器/位如下：

SCON1(C0H)　扩展串口控制寄存器　Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TMOD1	ESM0	ESM1	ESM2	EREN	ETB8	ERB8	ETI	ERI
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

ESM0/ESM1：串行口工作方式选择。对应关系如下

ESM0	ESM1	工作方式	说明	波特率
0	0	方式 0	同步移位寄存器	Fosc/12
0	1	方式 1	10 位异步收发	由定时器控制
1	0	方式 2	11 位异步收发	Fosc/32 或 fosc/64
1	1	方式 3	11 位异步收发	由定时器控制

注解：

ESM2：多机通讯控制位，主要用于方式 2 和方式 3。若置 ESM2=1，则允许串口 1 多机通讯，若 ESM2=0，则不属于多机通讯情况。

EREN：允许接收控制位。由软件置 1 或清 0，只有当 EREN=1，串口 1 才允许接收，EREN=0 时，串口 1 禁止接收数据。

ETB8：发送数据的第 9 位（D8）装入 ETB8 中在方式 2 或方式 3 中，根据发送数据的需要由软件置位或清 0，在方式 0 或方式 1 中，该位没用。

ERB8：接收数据的第 9 位，在方式 2 或方式 3 中，接收到的第 9 位数据放在 ERB8 中，在方式 1 中，如 ESM2=0，ERB8 中存放的是接收到的停止位，方式 0 中未用该位。

ETI：发送中断标志位。在串口 1 将一帧数据发送完毕后被置 1，串口 1 发送中断被响应后，ETI 不会自动清 0，必须软件清 0。

ERI：接收中断标志位。在串口 1 接收到一帧数据后由硬件置 1，在串口 1 接收中断被响应后，ERI 不会自动清 0，必须软件清 0。

SBUF1(C1H)　扩展串口的数据接收/发送缓冲器　Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
SBUF1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

- 外部中断 INT2：

用作普通的外部中断，INT2 与其他两个外部中断的用法一样，其中断入口地址位：003BH．相应的控制器/位如下

EIE（A9H） 外部中断 INT2 的中断允许寄存器。 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
EIE	--	--	--	--	--	--	--	EX2
Reset	--	--	--	--	--	--	--	0

注解：

EX2=1:允许 INT2 中断。

EX2=0:不允许 INT2 中断。

EIP(B9H) 外部中断 INT2 的中断优先级控制寄存器。 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
EIP	--	--	--	--	--	--	--	PX2
Reset	--	--	--	--	--	--	--	0

注解：

PX2=1:INT2 中断优先级高。

PX2=0:INT2 中断优先级低。

TCON1 中断控制、标识寄存器（C8H） Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TCON1	--	--	TF2	TR2	--	--	IE2	IT2
Reset	--	--	0	0	--	--	0	0

注解：

IE2(TCON1.1)：外部中断 2 的申请标志，当检测到有外部中断信号时，由硬件自动置 1

IT2(TCON1.0)：外部中断 2 触发方式控制位。当 IT2=1 时外部中断为边缘触发方式，当 IT2=0 是外部中断 2 为电平触发方式。

上电复位与电源监测

◆ 电源控制

为了能够准确监控系统掉电、系统复位的原因，电池电压的情况，以及在系统空闲时进入休眠状态，PL3200 内置了掉电检测、复位检测、电池电压检测及系统休眠功能。PL3200 内置了两个精准的比较器，一个用于系统掉电检测，当检测到管脚(CMPI)的电压小于 3.2V 时，位 PFI（STATUS.0）自动置为 1。另一个用于电池电压检测，当管脚(VBAT)的电压小于 2.67V 时，位 VBFO(STATUS.1)自动置为 1。MCU 可以通过检测 PF1 位和 VBFO 位来监控系统电压和电池电压。

PL3200 还可以通过查询位 WDT（STATUS.5）和位 PU(STATUS.4)状态来判断产生本次复位的原因以及通过设置位 STOP(PCON.1)和位 IDLE(PCON.0)来控制 MCU 运行情况。

STATUS(87H) 电源状态寄存器 Read Only

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STATUS	SMOD	SMOD1	WDT	PU	--	--	VBFO	PFI
Reset	0	0			--	--		

注解：
CMPI>3.2V：PFI=0。
CMPI<3.2V：PFI=1。
VBAT>2.67V: VBFO=0.
VBAT<2.67V: VBFO=1.
WDT=1 且 PU=1:上电复位。
WDT=1 而 PU=0:看门狗复位。
SMOD:串行口 0 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。
SMOD1:扩展串行口 1 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。

PCON(87H) 电源状态控制寄存器 Write Only

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PCON	SMOD	SMOD1	--	--	-	--	STOP	IDLE
Reset	0	0	--	--	--	--	0	0

注解：
STOP=1 :MCU 处于停止状态，只有当有外部中断来时才能唤醒。
IDLE=1 :MCU 处于休眠状态，当有中断来时就能唤醒。
SMOD :串行口 0 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。
SMOD1 :扩展串行口 1 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。

看门狗定时器

看门狗：为了防止程序因为意外原因导致死机，PL3200 专门设计了一套看门狗电路，当程序死机后一定时间内（由寄存器控制，可选为 104ms；208ms；……832ms）可以重新复位 8051。该电路是由一个计时器（WDTimer）来完成。

CKCON(8EH)：看门狗复位间隔长度控制寄存器 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
CKCON	RST1	RST0	WDT2	WDT1	WDT0	CK2	CK1	CK0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：
看门狗复位时间控制位[WDT2、WDT1、WDT0]

WDT[2-0]	看门狗复位时间长度（外部晶振 f_{soc}=9.6MHz）
000	104ms
001	208ms
010	312ms
011	416ms
100	520ms
101	624ms
110	728ms
111	832ms

复位间隔长度控制控制位[RST1、RST0]

RST[1-0]	复位时间长度（外部晶振 f_{soc}=9.6MHz）

00	104ms
01	208ms
10	312ms
11	416ms

另：CK[2-0]用于控制访问 1K 的内部 RAM 的一个数据时所用的时钟数。默认为 4 个时钟周期，即 CK[2-0]=000，当 CK[2-0]=001 时，需要用 5 个时钟，依此类推，当 CK[2-0]=111 时，读取 1K 字节片内 RAM 要用 11 个时钟周期。

WDT_RST(8FH)：看门狗复位控制器： Read/Write

WDT_RST	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：当向该寄存器写入 A1H 时，看门狗计数器（WDTimer）自动复位为 1FFFH，该计数器以 f_{soc}/32 的速度递减，当递减到零溢出时，就会产生一个内部复位信号，强制系统重新启动。软件正常运行时，应该定期写该寄存器，复位计时器，防止产生不需要的复位。

电压比较器

PL3200 还内置了一个独立的电压比较器，管脚 CMPN 和 CMPP 为电压比较器的的反相和同相输入端,比较器的输出端与 P2.7 内部相连，MCU 可以通过访问 P2.7，读取电压比较器输出端的状态。

3)载波通信

功能简述

PL3200 芯片内集成的载波通信单元采用 QPSK（四相相移键控）调制方式，可变伪随机码速率（带宽）的多地址通信技术。其载波中心频率为 120KHZ,伪随机码速率可达到 15K 和 30K,由于采用了 QPSK 调制技术，在带宽不变的情况下，数据传输速率是 BPSK 调制方式的一倍，根据伪随机码的速率不同数据速率可达到 1Kbps 和 500bps。同时采用了 63 位 Gold/Kasami 序列，从而实现了码分多址，其地址数目最多可达 41 个，其中 33 个 Gold 序列，8 个 kasami 序列，将使台区之间的干扰减小到最小。

编程指南

在正常通信时，必须将通信双方的伪随机码序列、速率、地址设置成一致，才能常通信。

- 使用载波通信时，所用到的资源为：

1、中断 2，载波通信单元中断使能位有效时，CPU 的中断 2 将会被配置成在载波通信中，用于数据字节发送或接收的中断。

2、P1.7，将会被配置成 120K 载波调制信号的输出端。

3、载波通信控制字数据寄存器（SSC_DAT） F8H。

4、载波通信控制字地址选择寄存器（SSC_ADR） F9H。

5、载波通信数据缓冲区寄存器（SSC_BUF）FAH。

6、载波通信寄存器组（SSC Register Bank）。

地址	寄存器
00H	载波通信状态寄存器 CommStatus Register
02H	载波通信控制寄存器 1 CommControl Register 1
03H	载波通信控制寄存器 2 CommControl Register 2
04H	伪随机码捕获门限寄存器 PN Capture threshold
05H	伪随机码精同步门限寄存器 Fine-sync threshold
FFH	写保护寄存器 Write Protect Register

注意：

1、 载波通信寄存器组（SSC Register Bank）中，地址为 02H（载波通信控制寄存器 1）,04H（伪随机码捕获门限寄存器）,05H（伪随机码精同步门限寄存器）进行写操作时，要取消保护，才可以将数据写入对应的寄存器中，若对寄存器不再进行写操作时，应将写保护使能。

2、 在使用随机码速率为 30K 时，需要调整伪随机码捕获门限寄存器值的设置。

3、 载波通信单元每次处理一个字节的数据，通过 SSC_BUF 寄存器与 CPU 进行数据的交互。

4、 载波通信单元在每次置为发送状态后，硬件会首先发送 40 个伪码周期的全“1”序列用于使接收端与发送端伪随机码同步和用于识别帧头的 8 个伪码周期的帧头序列，软件不需要再进行相应的处理。

5、 载波通信单元置为接收态后，硬件会在每次伪随机码同步后，开始从数据流中搜寻帧头序列，当检出帧头序列后，才真正开始接收数据，并以字节的方式送到 SSC_BUF 寄存器中。

6、 载波通信单元每次由收态转为发送状态后,CPU 应在 4ms 内将新的待发的数据填入 SSC_BUF 寄存器中，否则硬件将会在 4ms 后自动由发送状态转为收态，载波通信单元处于发态时应该在每次发送缓冲标志为空时立即将新的待发数据填入 SSC_BUF 寄存器中。

7、 当最后一字节待发数据向 SSC_BUF 寄存器填入完毕后,CPU 进行的数据交换过程结束，载波通信单元在全部数据发送完成后会自动由发态转为收态（强制的由发态置为收态可能导致最后一字节数据丢失）。

8、 在接收端，每次通信数据包正常接收完毕后，软件可以通过对通信状态寄存器（只读寄存器）的写操作来强制要求接收逻辑立刻重新开始新的数据帧搜索，否则接收逻辑会由于不知道本次数据传输已经完成而一致保持帧同步状态直至扩频伪码丢失同步为止（这会导致一段微小的不确定延时）。

载波通信的工作步骤

载波通信的工作步骤：

1. 写保护的使用：

➢ 程序向 SSC_ADR 寄存器写入 FFH,选中写保护寄存器的地址,再向 SSC_DAT 寄存器写入 FFH,取消写保护。

➢ 程序可以对相应的寄存器进行写操作。

2. 扩频码地址的选择：

➢ 程序向 SSC_ADR 寄存器写入 02H，选中通信控制寄存器 1 的地址，再向 SSC_DAT 寄存器写入对应的地址码（写保护取消的状态下）。

➢ 我们推荐用户使用 Gold 序列中的地址 1FH（即向通信控制寄存器 1 中写入 1FH）,因为该序列在各种信噪比环境下均有非常优良的性能。

3. 数据发送：

➢ 程序向 SSC_ADR 寄存器写入 03H,选中载波通信控制寄存器 2 的地址，再向 SSC_DAT 寄存器写入 C1H（中断方式）或写入 81H（查询方式）,置载波通信使能位（bit7），载波中断控制位（bit6）有效（中断方式）,载波收发控制位（bit0）为发送状态。

➢ 程序向 SSC_BUF 寄存器写入相应数据。

➢ 在中断服务处理子程序中，判断载波通信状态寄存器的收发状态指示位（bit0）为 1，可以将新的数据写入 SSC_BUF 寄存器中或做其他的数据处理。

➢ 若用查询方式，可以查询载波通信状态寄存器的数据中断准备好标志位（bit7）和收发状态指示位（bit0）的状态，若均为 1，可以将新的数据写入 SSC_BUF 寄存器中或做其他的处理。

4. 接收数据：

➢ 程序向 SSC_ADR 寄存器写入 03H，选中载波通信控制寄存器 2 的地址，再向 SSC_DAT 寄存器写入 C0H（中断方式）或写入 80H（查询方式）,置载波通信使能位（bit7），载波中断控制位（bit6）有效（中断方式）,和载波收发控制位（bit0）为接收状态。

➢ 中断服务处理子程序中，首先查询载波通信状态寄存器相应位的状态，根据寄存器的状态，判定此次数据接收是否有效，或是为本次接收过程中收到的第一个字节数据字节，或是后续数据字节，或时做其他的数据处理。

➢ 若用查询方式，程序将查询载波通信状态寄存器的数据中断准备好标志位（bit7）的状态，若为 1，则再查询该寄存器其他位的状态，来判定此次数据接收是否有效，或做其他的数据处理。

➢ 数据包正常接收完毕后，对通信状态寄存器做一次写操作（复位接收）。

5. 使用中断方式时，程序还要先将中断允许寄存器 IE，和外部中断允许寄存器 EIE 相关位设置好。

寄存器

SSC_DAT(F8H)　载波通信控制字数据寄存器　Read/Write

SSC_DAT	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：载波通信控制字数据寄存器，根据 SSC_ADR 的地址所对应的载波通信单元寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

SSC_ADR(F9H)　载波通信数据缓冲寄存器　Read/Write

SSC_ADR	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：该寄存器用于载波通信单元寄存器组寄存器地址的选取。

SSC_BUF（FAH）　载波通信数据缓冲区寄存器　Read/Write

SSC_BUF	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：通信过程中的发送状态时，数据写入此寄存器；接收状态时，从该寄存器读出数据。

SSC Register Bank

REGISERT	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
CommStatus Register	DTR	--	--	--	EOF	FHF	DRF	$\overline{R}/T$	00H	Read
CommControl Register1	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0	02H	Read/Write
CommControl Register2	ENA	IE	--	--	--	--	--	$\overline{R}/T$	03H	Read/Write
PN Capture Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	04H	Read/Write
Fine_sync Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	05H	Read/Write
Write Protect Register	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	FFH	Write

CommStatus Register（00H）载波通信状态寄存器 Read

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	DTR				EOF	FHF	DRF	$\overline{R}/T$
Reset	0				1	0	0	0

注解：

- $\overline{R}/T$ **收发状态指示位：**

  1**：表示载波通信单元处于发送状态。**

  0**：表示载波通信单元处于接收状态。**

- EOF **数据帧结束标志：**

  1**：表示本次接收过程结束（数据字节内容本身无意义），导致本次通信结束的原因可以是正常或非正常的。**

  0**：表示本次接收过程还未结束，还会有后续数据字节。**

- FHF **帧头标志：**

  1**：表示本次接收的数据字节为整个接收过程的第一个数据字节。**

  0**：表示本次接收的数据字节为数据包中的其他后续字节。**

- DRF **数据接收标志：**

  1**：表示载波通信单元正在接收一个线路上正在传送的数据字节。**

  0**：表示载波通信单元空闲。**

- DRT **数据中端准备好当载波通信单元处于接收状态时：**

  1**：表示载波通信单元已经成功接收到一个完整的新数据字节，其内容存储在数据数据缓冲区内。**

  0**：表示载波通信单元的数据缓冲区内的内容非新，可能已经读取过。**

- **当载波通信单元处于发送状态时：**

1：表示载波通信单元已成功将数据缓冲区内的数据字节处理完毕，可以将新的待发数据字节填入。

0：表示载波通信单元的数据缓冲区内还有未发完的数据字节。

CommControl Register 1（02H）载波通信控制寄存器 1 Read/Write

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
Reset	0	--	0	0	0	0	0	0

注解：

- $K/\overline{G}$ Kasami/Gold 序列选择
  1：表示选择 Kasami 序列。
  0：表示选择 Gold 序列。
- WS 伪随机码速率选择
  1：表示选择 30K 码速率，数据速率为 1Kbps。
  0：表示选择 15K 码速率，数据速率为 500bps。
- A4—A0：伪随机码地址选择位。
  Gold 序列地址选择位，最多可以选择 32 个地址。

以下是三种序列模式：

➢ 选择 Kasami 序列时 CommControl Register 1：

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
	1		WS	0	0	A2	A1	A0

注意：对于 Kasami 序列，寄存器的 BIT4，BIT3 位为 0 时，才可以修改伪随机码速率和地址，否则此次操作无效，Kasami 序列，共 8 个可选择地址。

➢ 选择特殊用途地址通道时 CommControl Register 1

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
	1	--	WS	1	0	0	0	0

➢ 选择 Gold 序列时 CommControl Register 1

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
	0	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0

Gold 序列，共 32 个可选择地址

CommControl Register 2（03H）载波通信控制寄存器 2 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	CCS_ENA	CCS_IE	--	--	--	--	--	$\overline{R}/T$
Reset	0	0	--	--	--	--	--	0

注解：

- $\overline{R}/T$ **收发状态控制位。**
  1：**表示选择发送状态。**
  0：**表示选择接收状态。**
- CCS_IE **中断使能控制位**
  1：**表示中断使能，**DTR **内部连接至** CPU **的中断** 2 **的输入端。**
  0：**表示禁止中断，**CPU **只能通过查询** DTR**，进行数据字节的接收和发送。**
- CCS_ENA **载波通信单元使能位**
  1：**开启载波通信功能。**
  0：**关闭载波通信功能。**

PN Capture threshold（04H）伪随机码捕获门限寄存器　　　　Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	1	1	1	0	0	0	0

注解：载波通信单元为接收状态时，用于设定本地与接收到的伪随机码序列相位同步的捕获门限值，硬件将会按每个伪码周期对本地产生的伪码与接收到的伪码进行计算，计算的结果与门限值比较，若小于门限值将进行一次相位调整，调整幅度为半个伪码码元宽度，直到高于设定的捕获门限值时，才不再做调整。若伪随机码速率为 30K **时，捕获门限值将调整置** 40H **左右**

Fine-sync threshold(05H)伪随机码精同步门限寄存器　　　　Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	1	1	0	0	0

注解：载波通信单元为接收状态时，于用于设定本地与发送端伪随机码序列相位同步的精同步门限值，当高于伪码捕获门限值时，将进行精同步调整，硬件可以识别本地伪码和接收到伪码相位是超前还是滞后，从而进行向前或向后的相位调整，每个伪码周调整的幅度为 480K**，当小于设定的门限值时，认为精同步已经同步，将不再进行调整。**

Write Protect Register（FFH） 写保护寄存器　　　　Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：向该寄存器写入数据为 FFH **时取消写保护，否则将使能写保护。**

4)LCD/LED 显示驱动

功能简述

PL3200 **芯片为满足不同用户的需求生产了两种产品：**PL3200A **和** PL3200B**。**PL3200B **内嵌** 8 **位** 8 **段** LED **扫描电路。**PL3200A **内嵌有** LCD **驱动电路。**32 **个段信号输出管脚**(S0-S31)**和四个公共端输出管脚**(COM0-COM3)**。下面就这两种产品的** LED **和** LCD **功能及应用分别讨论。**

在 PL3200B 中提供 8 位 8 段 LED 扫描功能，不含驱动，需要外部加三极管驱动电路。扫描频率为 1024Hz。输出由 8 根数据段信号线和 8 根位控制线组成，分别是 A,B,C,D,E,F,G,P（S24~S31） 和位控制线 NO0~NO7(S16~S23)，与 LCD 显示复用 S16-S31 输出。内部由不同的电路驱动。LED 显示可以使用共阴极接法。下面是接线图的一例：

PL3200A 内嵌的 LCD 驱动电路。有 32 个段信号输出管脚(S0-S31) 和四个公共端输出管脚，能驱动 32╳4=128 段的 LCD。

支持 1/4 duty，1/3bias 显示模式。支持 VLCD＝3V 和 5V 两种液晶以及 4 种 frame frequency，通过控制寄存器进行选择。

LED 编程指南

PL3200B 内嵌的 LED 显示模块，该模块使用简单，配置灵活。PL3200 的显示功能是通过扩展地址寄存器（EXT_ADR）及扩展数据寄存器（EXT_DAT）来实现的。

EXT_DAT（D8H） 扩展数据寄存器 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT_ADR（D9H） 扩展地址寄存器 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

PL3200 通过扩展地址寄存器（D9H）的低 4 位来选择 LED 的段数据的。下表只列举有关显示模块的位，其余的在相应章节另加说明。（属性为 EXT_DAT 属性）

EXT_ADR	EXT_DAT
0000 0000(0h)	Led_lcd_addr01(LED/LCD 显示数据位 1)
0000 0001(1h)	Led_lcd_addr02(LED/LCD 显示数据位 2)
0000 0010(2h)	Led_lcd_addr03(LED/LCD 显示数据位 3)
0000 0011(3h)	Led_lcd_addr04(LED/LCD 显示数据位 4)
0000 0100(4h)	Led_lcd_addr05(LED/LCD 显示数据位 5)
0000 0101(5h)	Led_lcd_addr06(LED/LCD 显示数据位 6)
0000 0110(6h)	Led_lcd_addr07(LED/LCD 显示数据位 7)
0000 0111(7h)	Led_lcd_addr08(LED/LCD 显示数据位 8)

在使用了 LED 显示模块时， S0-S15 用做显示端口。下面以 LED 为列来说明该模块的使用。

下表是图 14.0 的译码表。（数码管为共阴）

显示符	段选码	显示符	段选码
0	FCH	8	FEH
1	0CH	9	F6H
2	CAH	A	EEH
3	F2H	b	3EH

4	63H	C	9CH
5	B6H	D	7AH
6	BEH	E	9EH
7	E0H	F	8EH

具体操作如下：

使能显示模块，向 EXT_ADR 写入 FEH，在将 EXT_DAT.2 置 1，以打开 LED 使能。

选择显示位，给 EXT_ADR 一个 0h~7h 的值，选择相应的位，如 0H 显示第 1 位。送显示数据，给 EXT_DAT 送一个已经经过译码的数据，这样就可以显示数据了，在送入新的数据前，该值不会改变,初始默认值为 0，即为消隐。

LCD 编程指南

PL3200A 中，驱动 LCD 显示所需要的寄存器为 EXT_ADR 和 EXT_DAT。在 EXT_ADR 寄存器的高 4 位为 0 的情况下，低 4 位 ADR[3-0]可以有 16 种不同组合，可以选通 16 个不同地址，这 16 个地址的数据的写入是通过 EXT_DAT 来实现的。数据位为 1 时，S 与 COM 对应的段就会点亮。使用之前，必须向 EXT_ADR 写入 FEH，在向 EXT_DAT.2 置 1，以打开 LCD 使能。

EXT_ADR/EXT_DAT：LCD 数据寄存器 Write Only

	EXT_DAT									
EXT_ADR		Bit7	Bit5	Bit3	Bit1		Bit6	Bit4	Bit2	Bit0
		COM3	COM2	COM1	COM4		COM3	COM2	COM1	COM4
00H	SEG1					SEG0				
01H	SEG3					SEG2				
02H	SEG5					SEG4				
03H	SEG7					SEG6				
04H	SEG9					SEG8				
05H	SEG11					SEG10				
06H	SEG13					SEG12				
07H	SEG15					SEG14				
08H	SEG17					SEG16				
09H	SEG19					SEG18				
0AH	SEG21					SEG20				
0BH	SEG23					SEG22				
0CH	SEG25					SEG24				
0DH	SEG27					SEG26				
0EH	SEG29					SEG28				
0FH	SEG31					SEG30				

以上是 LCD 的真值表，SEG[0-31]表时段驱动线，它与 S0-S31 组成的一个 32 位端口一一对应。具体意义如下：当向 ECT_ADR 写入 01H 地址时，向 EXT_DAT 写入 09 数据时，SEG2(S2)和 COM0 及 SEG3(S3)和 COM1 所对应的段将会被点亮。

LCD 循显

- LCD 的循显功能简介

PL3200A 具有在主电源断电的情况下，利用备用电池将特定地址的内容循环显示出来，每一屏显示时间为 5 秒，一共 4 屏循环显示，方便用户在掉电的情况下观察记录在电表内的重要些信息。

- LCD 的循显功能编程指南

在 MCU 检测到主电源掉电的情况下，将待循显的内容（译码后的数据）写到特定的寄存器中。具体时通过操作 EXT_ADR 和 EXT_DAT 这两个寄存器来实现的。在进行循显操作之前，如果 LCD 显示驱动没有使能，必须首先使能，否则循显数据将写无法写入特殊寄存器中。

LCD 循显，其译码操作与普通的 LCD 显示译码一样。正常显示是将 EXT_ADR 的 0H 到 0FH 所指的地址的内容显示出来，而循显时，由于此时 MCU 已经不工作，所以 0H 到 0FH 所指的地址的内容不能改变，为达到显示变化的要求，所以在循显时将参与显示的地址从 0FH 增加到 2FH。

循显数据	EXT_ADR
第一屏循显数据	00H-----0FH
第二屏循显数据	10H-----1FH
第三屏循显数据	20H-----2FH
第四屏循显数据	30H-----3FH

寄存器

EXT_DAT（D8H） 扩展数据寄存器 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：扩展控制字数据寄存器，根据 EXT_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

EXT_ADR（D9H） 扩展地址寄存器 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：扩展地址选择寄存器，用于寄存器组寄存器地址的选取。

EXT_ADR	EXT_DAT
0000 0000(0h)	Led_lcd_addr00(LED/LCD 显示数据位 0)
0000 0001(1h)	Led_lcd_addr01(LED/LCD 显示数据位 1)
0000 0010(2h)	Led_lcd_addr02(LED/LCD 显示数据位 2)
0000 0011(3h)	Led_lcd_addr03(LED/LCD 显示数据位 3)
0000 0100(4h)	Led_lcd_addr04(LED/LCD 显示数据位 4)
0000 0101(5h)	Led_lcd_addr05(LED/LCD 显示数据位 5)
0000 0110(6h)	Led_lcd_addr06(LED/LCD 显示数据位 6)
0000 0111(7h)	Led_lcd_addr07(LED/LCD 显示数据位 7)
0000 1000(8h)	lcd_addr08(LCD 显示数据位 8)
0000 1001(9h)	lcd_addr09(LCD 显示数据位 9
0000 1010(Ah)	lcd_addr10(LCD 显示数据位 10
0000 1011(Bh)	lcd_addr11(LCD 显示数据位 11
0000 1100(Ch)	lcd_addr12(LCD 显示数据位 12
0000 1101(Dh)	lcd_addr13(LCD 显示数据位 13
0000 1110(Eh)	lcd_addr14(LCD 显示数据位 14
0000 1111(Fh)	lcd_addr15(LCD 显示数据位 15
0001 0000----0111 1111	Led_lcd_addr16-127(LED/LCD 显示数据位 16-127)
1111 1110(FEH)	EXT_CFG

注解：当 EXT_ADR=FEH 时，EXT_DAT 与 EXT_CFG 为看作同一寄存器。

EXT_CFG（FEH） 扩展配置寄存器 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	TS	--	LCD_LED	IR38K	RS485
Reset	--	--	--	0	--	0	0	0

注解：

LCD_LED=1:打开 LCD/LED 使能.

LCD_LED=0:关闭 LCD/LED 使能.

其它位不用于显示控制，（TS 温度传感器使能，TS=1 开，TS=0 关 IR38K：红外通讯使能位。为 1 时使能红外通讯功能，为 0 时则不使能该功能 RS485：RS485 通讯功能位。为 1 时使能 RS485 通讯功能，为 0 则不使能该项功能。）

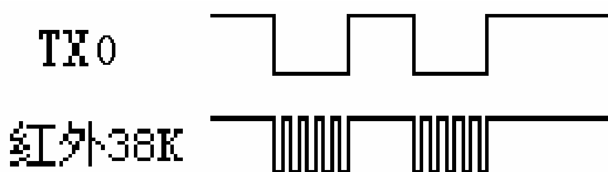
5)UART 功能

功能简述

PL3200 内部集成有两个功能强大的全双工串行通讯口，属 UART 方式。UART 的协议包括一个起始位，5～8bits 的数据位，1 个奇偶校验位和 1-2 个停止位。在外部晶振 9.6M 时 UART 的波特率 1200BPS 误码率是 0.83%。

编程指南

PL3200 内部有一个由 9.6M 时钟分频得到的 38K 红外调制振荡波（频率可调），可以配合 UART 的 TX0 管脚输出，由 EXT_CFG 寄存器的 bit1(IR38K)控制。若 IR38K = 0，则 TX0 管脚输出的是原始的 UART 信号，若 IR38K = 1，则 TX0 管脚输出的是经过 38K 振荡波调制过的 UART 信号。调制信号与调制前信号的对应示意图如图：



PL3200 的红外通讯频率还可以灵活调节，用户可以通过对特殊寄存器 IR_CNT 设置来调节振荡波的频率。f=(fosc/(X+32))/4,当采用 38K 的频率来表示数据 0 时，应向 R_CNT 寄存器写入 X=1FH 即可。使用 38K 红外通讯的一般步骤如下：

1、使能红外：EXT_ADR 写入 FEH，EXT_DAT.1 置 1。

2、调节红外频率：IR_CNT 寄存器写入 X=1FH。

3、配置 UART：如波特率、方式、中断等。

PL3200 内部有 2 个比较器，通过他们可以将 485 通讯的差分信号转换成 UART1 所识别的 SCOMS 信号，同时也可以将 UART1 的输出信号转换成差分信号，从而直接进行 485 通讯。由 EXT_CFG 寄存器的 bit0（RS485）控制。若 RS485 = 0，则 TX1 管脚输出的是原始的 UART1 信号，RX1 为接收管脚。若 RS485 = 1，则 TX1 和 RX1 管脚输出的是经过转换成差分后的 UART1 信号。485 通讯的收发转换是由 EXT_CTRL 寄存器的 bit0(RS485_RS)控制的，当 RS485_RS=0，485 系统处于接收状态，RS485_RS=1 时，485 系统则处于发送状态。

为了提高 485 总线安全性，在 PL3200 中增加了一个 485 通讯发送计数器。该计数器只在 485 通讯处于发送状态时才以 fosc/512 的速度进行计数。系统处于接收时计数器停止计数。直到 485 系统再次处于发送状态时，该计数器继续计数（不复位），当计数溢出后，485 系统自动转入接收状态。该计数器的复位由寄存器 RS485_RST 控制，向该寄存器写入 A4H 数据后，计数器复位。所以，在编写 485 通讯程序时，要注意如果发送的数据过长，应该在发送期间对计数器复位。在开始发送时，应将该计数器复位。以便能准确计数该次发送是否需要复位计数器。

当使用 485 通讯时步骤为：

1、使能 485 通讯：EXT_ADR 写入 FEH，EXT_DAT.0 置 1。

2、配置 UART1 ： 如波特率、方式、中断等。

3、复位计数器 ：向 RS485_RST 寄存器写入数据 A4H。

4、控制收发状态：EXT_ADR 写入 FDH，EXT_DAT.0 置 1 为发送状态，EXT_DAT.0 置 0 为接收状态。

5、计算发送长度是否需要在发送期间对计数器复位。

6、再次发送时，在将系统设置位发送态前对计数器复位。

寄存器

RS485_RST(DAH)　485 通讯发送计数器复位控制寄存器　Write Only

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：向该寄存器写入 A4H 后，485 通讯发送计数器自动复位。

IR_CNT1(DBH)　红外振荡频率控制寄存器　Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：向该寄存器写 1FH，红外的振荡频率为 38KHz。

EXT_DAT（D8H）　扩展数据寄存器　Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT_DAT：**扩展控制字数据寄存器，根据** EXT_ADR **的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。**

EXT_ADR（D9H）　扩展地址寄存器　Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT_ADR: **扩展地址选择寄存器，用于寄存器组寄存器地址的选取**

EXT_CTRL　（FDH）　485 通讯收发控制寄存器　Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	--	--	--	--	RS485_RS
Reset	--	--	--	--	--	--	--	0

注解：RS485_RS：RS485 通讯收发控制位，当 RS485 通讯使能后，若该位置为 1，RS485 通讯处于发送状态，为 0 则处于接收状态。

EXT_CFG　（FEH）　扩展配置寄存器　Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	TS	--	LCD_LED	IR38K	RS485
Reset	--	--	--	0	--	0	0	0

注解：

IR38K：红外通讯使能位。1，使能红外通讯功能，0，不使能红外通讯功能

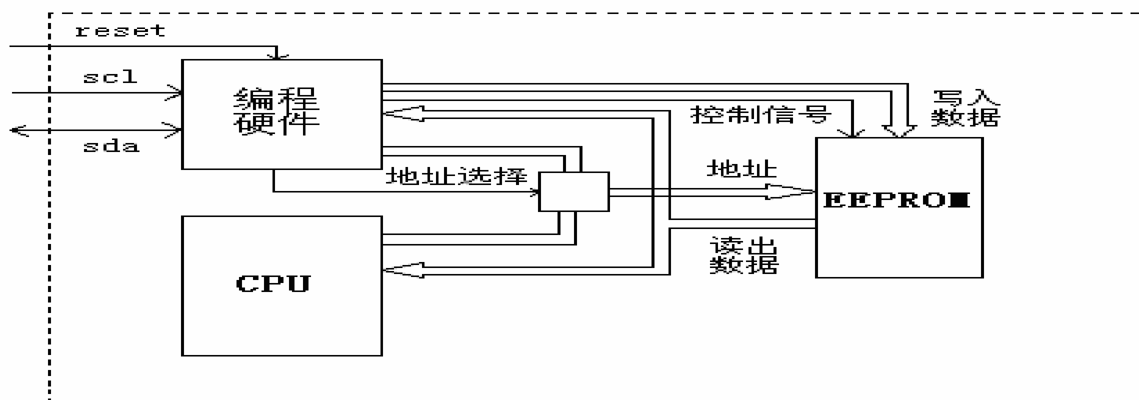
RS485：RS485 通讯功能位。为 1 时使能 RS485 通讯功能，为 0 则不使能该项功能。

其它位不用于 UART 控制，（LCD_LED=1:打开 LCD/LED 使能.LCD_LED=0:关闭 LCD/LED 使能.TS 温度传感器使能，TS=1 开，TS=0 关）

6)在系统编程与下载工具

功能简述

I^2C 接口编程的结构见下图：

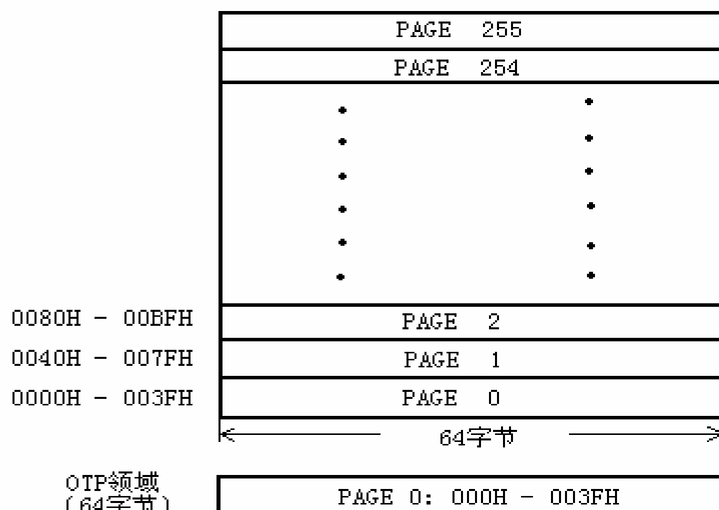


在非编程模式下，CPU 输出地址给 E^2PROM，E^2PROM 的数据读出到 CPU，作为 CPU 的指令，CPU 正常工作。当置 Reset 引脚为 0，往 I^2C 编程接口送“置编程模式”的命令后，即进入编程模式。进入编程模式后，编程硬件控制地址选择信号切换地址总线，将 E^2PROM 的地址切换至编程硬件，由编程硬件送地址给 E^2PROM。此时 CPU 的地址不能传送到 E^2PROM，单片机在编程模式时将不能正常执行指令，用户需要注意在进行编程模式转换时，可能会产生的问题。

I^2C 编程接口包括两个信号：SCL 和 SDA。SCL 送时钟信号，SDA 送数据信号。通过 SCL 和 SDA 的配合，可以给编程硬件送不同的命令。编程硬件负责翻译不同的命令字，可以给 E^2PROM 送编程数据和地址，并控制 E^2PROM 做不同的操作，实现对 E^2PROM 的编程。

PL3200 片内具有 16K 字节 E^2PROM，共分 256 个页面，每页 64 字节，擦写次数不少于 10 万次/字节，数据保持时间为 10 年。

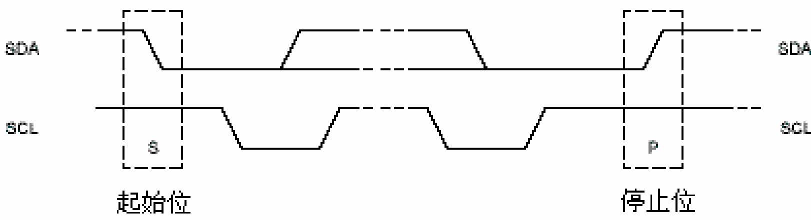
E^2PROM 的储存空间分为常规领域和 OTP 区域，其组织结构图如下：



本芯片的 I²C 编程接口遵循 I²C 接口的基本传输协议，但不是标准的 I²C 接口协议。

当 I²C 编程接口检测到起始位时，编程硬件开始接收从 I²C 编程接口送进来的数据，直到出现结束位之后，编程硬件停止从 I²C 编程接口接受数据。

起始位是在 SCL 为 1 时，SDA 上出现一个下降沿，结束位是在 SCL 为 1 时，SDA 上出现一个上升沿。见下图：



在起始位和停止位之间是数据位。规定在 SCL 为 1 时，SDA 上的数据为传输的数据。

一帧数据起始于起始位，结束于停止位。一帧数据应包括读写位、命令字、应答位及数据位（详见下图）。他们按固定的顺序排列，图中左边的数据先发，右边的数据后发，请勿混淆顺序。

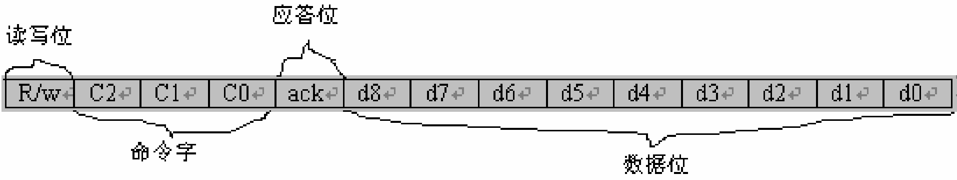
I²C 接口一帧数据的结构图：

读写位确定是否进行读操作，当进行读操作（包括读数据和读版本号）时，此位应置 1，其他时候此位置 0；3 位命令字说明要进行的具体操作；应答位从 I²C 接口送出，此位为 0 表示 I²C 已经响应；8 位数据位主要作为编程数据位，但这 8 位在进行某些操作时也作为命令字的扩展位，具体请看后面的介绍。

编程指南

下表是命令字详细列表：

读 / 写位	命令字			数据位/命令字扩展位								功能描述
				7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	0	A								送地址低 8 位
0	0	0	1	A								送地址高 6 位
0	0	1	0	D								送编程数据
0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	擦除操作
0				1	0	1	0	0	0	1	0	写操作
0				1	0	1	0	0	1	0	0	代码保护①
0	1	0	1	X								NC



0	1	1	0	X								NC
0	0	1	1	X								NC
0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	置编程模式②
0				0	1	0	1	0	0	1	0	解除写保护③
1	0	0	0	D								读数据
1	1	1	1	V								读版本号④

注：A——地址　　D——读写数据　　X——无关数据　V——版本号

① 代码保护的使能操作，执行此命令之后在往地址 0 上写一个非 0 的数据，就可以实现代码保护；
② 此命令使芯片处于编程模式，是进行一切编程操作必须的前提；
③ 芯片在上电之后处于写保护状态，禁止往 E^2PROM 里写入任何数据，执行此命令之后，可以取消写保护，往 E^2PROM 里写入数据；
④ 执行此命令后可以读出版本号，其中最低两位表示 E^2PROM 的容量，高四位表示改芯片的版本号。

需要说明的是：进行如下操作之前，一定要先发送“置编程模式”命令，当进行读以外的操作时要执行“解除写保护”命令，否则不能实现编程操作。

- 擦除操作 / 解密操作

擦除操作分为全芯片擦除和页面擦除。

如果芯片被加密，擦除操作进行的是全芯片擦除，可以把 OTP 区域的加密位数据擦除，所以擦除操作也可以作为解密操作。一旦启动了全芯片擦除操作，将会把 E^2PROM 内的所有数据都擦除，所以用户进行此操作要慎重。

要实现全芯片擦除操作，如果芯片是加了密的，由 I^2C 接口发送一个“擦除操作”命令，2 秒钟之后全芯片擦除完成。

当没有加密或是解密之后，进行的擦除操作是页面擦除。进行页面擦除时，先送需要写数据的页面首地址，执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令，然后执行一个“擦除操作”命令即可。页面擦除将擦除整一页的 64 字节数据。

- 写操作

进行写操作，首先送需要写数据的地址，执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令；然后送写入的数据，执行“送编程数据”命令；重复这几个命令，将可以把一批数据映射到一段地址上；最后执行“写操作”，把数据写入到相应的地址单元中。

需要注意的是，地址不要跨页（E^2PROM 每页地址 64 字节），否则会有数据写入到错误的地址单元中。另外在进行写操作时，要确保在此之前进行过擦除操作，否则会导致写入的数据不正确。

- 读操作

进行读操作，首先送需要读数据的地址，执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令；然后读地址单元上的数据，执行“读数据”命令。因为执行一次“读数据”命令后，E^2PROM 的地址会自动加 1，所以重复此命令可以读出一段连续地址上的一批数据。(最多能读 64 字节，但不能跨页)

- 加密操作

为了使用户的设计不被抄袭，本产品具有能够对用户代码进行保护的加密功能。当加密之后，禁止从 E^2PROM 读数据，从 I^2C 接口读出的数据将始终为 FFH；另外还禁止对 E^2PROM 的写操作，只有在进行解密操作之后，即全芯片擦除之后，才能

恢复对 E^2PROM 的写操作功能。

执行加密的操作是在 E^2PROM 的 OTP 区域地址 0 上写一个非 0 的数。具体步骤如下：

- 首先送“代码保护”命令
- 然后执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令，送地址 0
- 执行“送编程数据”命令，送一个非 0 的数
- 执行“写操作”，写入一个非 0 的数

需要注意在系统复位之后，才能进入加密状态。如果在执行加密操作前代码保护已被使能（即 OTP 区域地址 0 上为非零数值），那么，本次加密操作将被忽略。

工具下载

PL3200 的内嵌的是兼容 8051，所以用户在开发时只需使用 8051 软件编译器（比如伟福或万利等）。利用 8051 的软件仿真环境来编译程序。将编译后的 HEX 文件通过下载器烧写到 PL3200 内的 E^2PROM 程序存储器中。（本公司提供 PL3200 的在系统下载器及 PC 机软件）

注意：电能计量使用交流地时，在线下载程序时必须断开目标设备的所有电源，使用下载器的电源供电。

7)实时钟及其数字调校

功能简述

时钟控制部分，包括 PL3200 提供的低功耗实时时钟和时钟调校电路（一个 8 位寄存器）以及校准脉冲输出。 低功耗实时时钟单元（Real Time Clock）外接 32768Hz 晶振，能自动判断闰年及每个月的天数，所有数据均为十进制（BCD）表示，当主电源掉电后由备用电池供电。PL3200 还提供实时时钟调校功能，使得实时时钟的精度能够保持在 30.5ppm。 为了方便用户校准时钟，PL3200 还提供了一个输出频率为 1Hz 的脉冲输出。

编程指南

针对实时时钟，仅仅需要在第一次上电时，对相关的寄存器写入正确的时间数据就可以了。如果有必要，以后可以通过读 E^2PROM，UART 等方式进行重新校正。对月和日寄存器操作时，注意他们是以 1 为起始点，与年、时、分、秒等以 0 为起始点不同。对于第一次上电的芯片，包括掉电（主电源和备用电池同时掉电）后的芯片，如果在没有写入新的合法数据的情况下读出的数据是随机的。对实时钟读写操作时通过 EXT_ADR 和 EXT_DAT 两个寄存器来实现的。具体如下表：

EXT_ADR(D9H)	EXT_DAT(D8H)
80H	Time Adjust Register
81H	Second Register
82H	Minute Register
83H	Hour Register
84H	Week Register

85H	Day Register
86H	Month Register
87H	Year Register
FFH	Write Protect Register

上表中列出的是实时钟的地址及寄存器。就实时钟的读写下面举列说明：

将实时钟数据读到内部 RAM 中：

```
        MOV     R0,#30H
        MOV     EXT_ADR,#81H
LOOP:   NOP
        MOV     A,EXT_DAT
        MOV     @R0,A
        INC     EXT_ADR
        INC     R0
        CJNE    R0,#37H,LOOP
        ……  ……
```

对于写实时钟操作，首先的将写保护取消才能操作，在写操作结束后，应将写保护使能。以下举列说明写入时间：04 年 2 月 4 日 12 时 34 分 55 秒，星期 3：

```
MOV     EXT_ADR,#0FFH
MOV     EXT_DAT,#0FFH
MOV     EXT_ADR,#81H
MOV     EXT_DAT,#55
INC     EXT_ADR
MOV     EXT_DAT,#34
INC     EXT_ADR
MOV     EXT_DAT,#12
INC     EXT_ADR
MOV     EXT_DAT,#3
INC     EXT_ADR
MOV     EXT_DAT,#4
INC     EXT_ADR
MOV     EXT_DAT,#2
INC     EXT_ADR
MOV     EXT_DAT,#4
MOV     EXT_ADR,#0FFH
MOV     EXT_DAT,#0
……   ……
```

需要特别说明的是，对于实时钟的写操作，扩展地址寄存器的赋值和扩展数据寄存器赋值必须连续进行，中间不允许插入其它指令。

PL3200 内每 10 秒加减 N 个低频晶振 clock(32.768KHz)，N 是 D6-D0 的补码，D7 为符号位，D7=0 为减 clock，D7=1 为增加 clock。最小解析度为 1/32768×10＝1/0.32768ppm。例如：此寄存器值为 02h，则表示每 10 秒减 2 个低频晶振 clock，即每 10 秒时钟减慢 2/32768=61us.

调校方法：根据低频晶振的实际频率 f 与 32.768KHz 的差值来确定时钟的调校幅度，得到写入此寄存器的误差值 N，写入寄存器（Time Adjust Register）中，然后硬件作出相应增减 clock 动作。误差值 N=(f-32768)×10。用户可以通过测试管脚(CK1HZ)的脉冲频率来检测调校结果。如果低频晶振为 32.768KHz，那么时钟不需调校（Time Adjust Register 默认为 0）。如果低频晶振大于 32.768KHz，N 为正值，此时 CK1HZ 输出的脉冲频率每 10s 中内的平均频率为 1Hz。如果低频晶振小于 32.768KHz，N 为负值，此时 CK1HZ 输出的脉冲频率每 10s 中内的平均频率也为 1Hz。

寄存器

EXT_DAT（D8H） 扩展数据寄存器 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT_DAT： 扩展控制字数据寄存器，根据 EXT_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

EXT_ADR（D9H） 扩展地址寄存器 Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT_ADR: 扩展地址选择寄存器，用于寄存器组寄存器地址的选取。

PL3200 芯片的使用及典型应用举例

校表

注：校表时各个寄存器所相对应位的确切定义详见“电能计量”部分。

校表模式介绍

PL3200 可以通过两种方式来进行校表：简单模式以及软件模式

简单模式：通过调整外围的阻容元件值进行校表；

软件模式：通过 8051 将校表数据写入到相关的校表寄存器中。

软件校表操作过程

有功、无功电能计量校表方法相似，此处以有功电能计量校表过程为例：

- 系统上电进入电能计量默认工作状态：开始产生脉冲驱动字轮。
- 取消寄存器写保护：向以 FFH 为地址的寄存器中，写入 FF 数据。
- 设置控制寄存器：向以 FCH 和 FDH 为地址的寄存器中，写入适当数据。
- 设置有功门限寄存器：在 100%标称电流模式下，调整有功门限寄存器值，该值为两字节无符号数（高字节地址是 13H；低字节地址是 12H），直到得到理想的计量误差，并记下该寄存器值。
- 误差检查：分别切换到 5%以及 400%（600%）Ib 模式下，检查计量误差。

注：如果外围电路能保障电流/电压通道不产生额外相移且板级噪声干扰足够小，上述简化校表流程即可满足精度要求，否则还需要进行相位校正以及能量补偿校表过程。需要特别说明的是 PL3200 内部的数字相位校正逻辑只能对±1°内的相位误差进行校正，超过的部分必须通过板级设计来解决。

相位校正：

- 在 100%标称电流模式下，将校表台相位调整至 90 度，并设置有功门限寄存器为一相对较小值（比如，将该值缩小 1024 倍），直到看到较高频率的有功电能计量脉冲（比如，每秒 10 次）。
- 调整相位校正寄存器 DPC （FEH）的值校正相位，直到获得最低频率的有功电能计量脉冲（比如，每分 10 次），并记下该寄存器值。
- 恢复有功门限寄存器的值。
- 分别切换到 5%以及 400%（600%）Ib 模式下，检查计量误差。

线性补偿：

- 在 5% Ib 模式下，调整有功线性补偿寄存器的值（高字节地址：11H；低字节地址：10H），直到得到理想的计量误差；
- 切换到 100% Ib 模式下，重新调整有功门限寄存器，直到得到理想的计量误差；
- 切换到 5%标称电流模式下，重新调整有功线性补偿寄存器，直到得到最满意的计量精度；
- 切换到 100% Ib 模式下，重新调整有功门限寄存器，直到得到理想的计量误差；
- 分别切换到 5%以及 400%（600%）Ib 模式下，检查计量误差。

需要特别说明的是 PL3200 所提供的线性补偿功能只是针对采样电路产生的非线性（例如电流互感器在小电流下的非线性），其本身在 1000:1 的动态范围下均有极好的线性度无需任何补偿。

交流频率计量过程：

可随时读取交流频率计量寄存器的值（高字节，01H；低字节，00H），用 250000 除以这个值得到的带两位小数的值即为当前交流频率。

f=250000*OSC / (Treq*9600000)　　其中，OSC 晶体实际频率

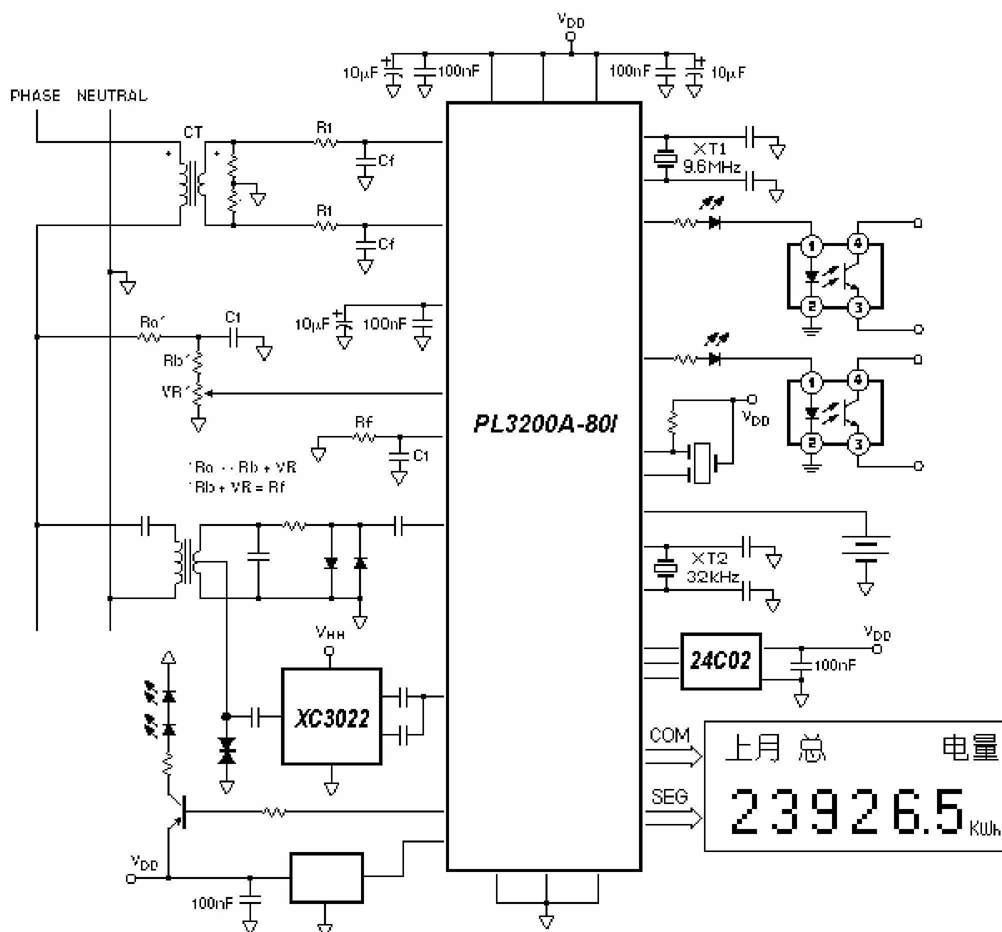
电压和电流有效值计量：

对 FBH 地址的只读寄存器进行的写操作来启动电压、电流计量时刻起 300ms 后再查询电压计量值(Vrms)、电流计量值(Irms)和采样周波数(Tcal)来用以计算电流、电压有效值。（该寄存器是一个非零值，一直保持到下一次电压、电流计量的启动才重新被清零。300ms 后得到另一计量值。）

具体算法参见相关“寄存器使用”部分。

单相复费率载波通信多功能电表应用

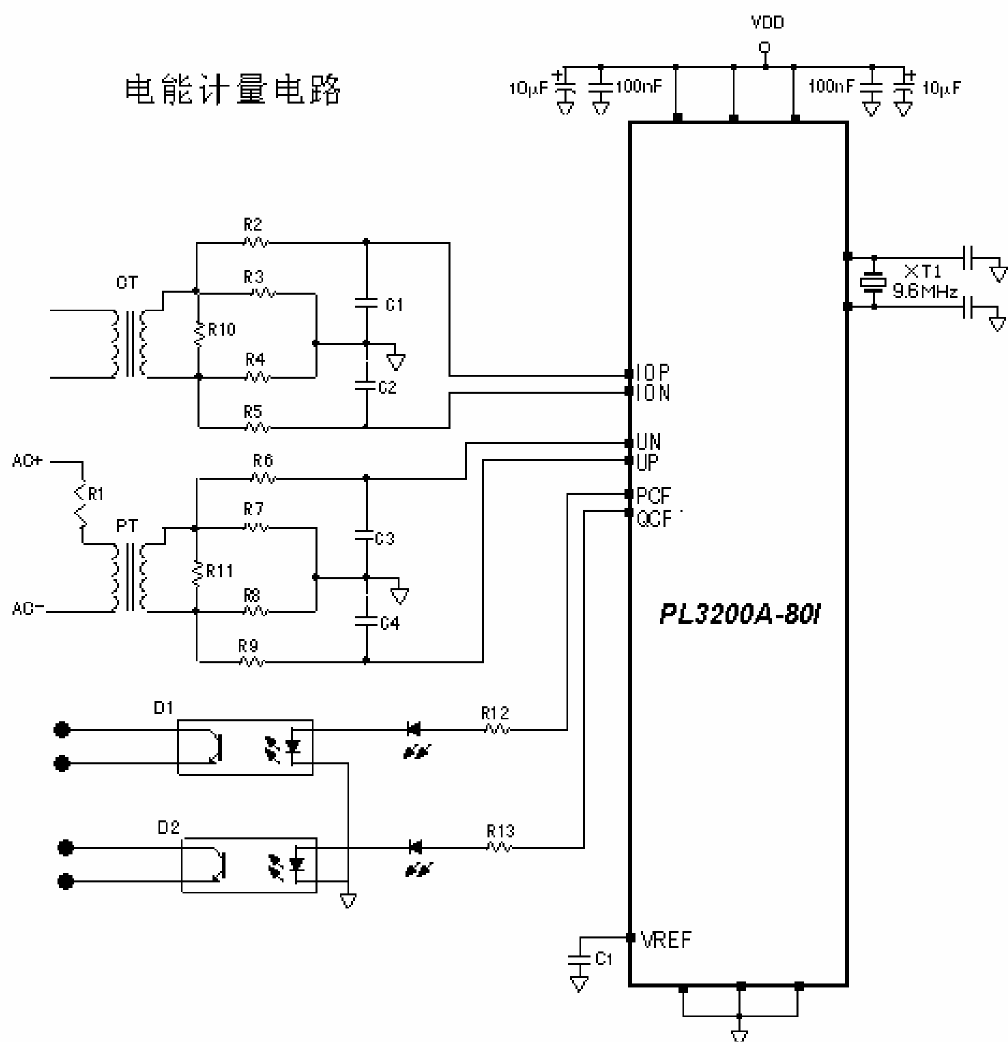
下图是一例应用 PL3200 芯片设计的单相复费率载波通信多功能电表典型应用示意图：



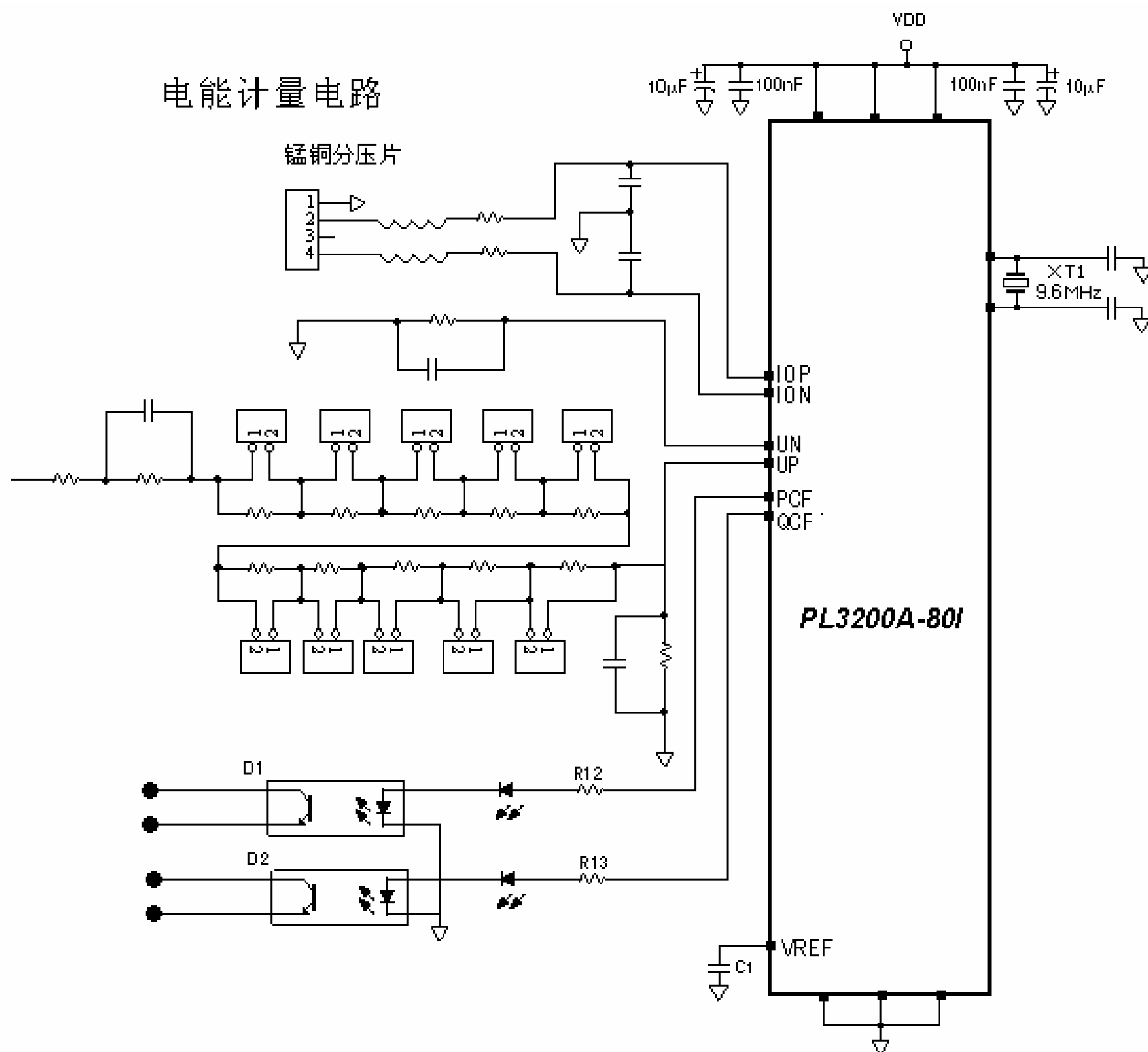
由上面单相复费率多功能电表的电路原理图可以看出，它具有：有功/无功多费率电能计量，LCD 液晶显示及停电抄表功能，同时它还实现了电力载波远程抄表和控制，具有红外线通信以及 RS485 通信接口。可以显而易见地看出由于采用了 PL3200 单相电能计量 SoC，系统构成极为简化，外围器件大幅度减少，系统制造成本和可靠性都得到了有效提升。

以下是 PL3200 芯片各个主要功能模块实现的典型应用示意图，希望通过这些可以进一步加深用户对 PL3200 芯片各个功能模块的了解。

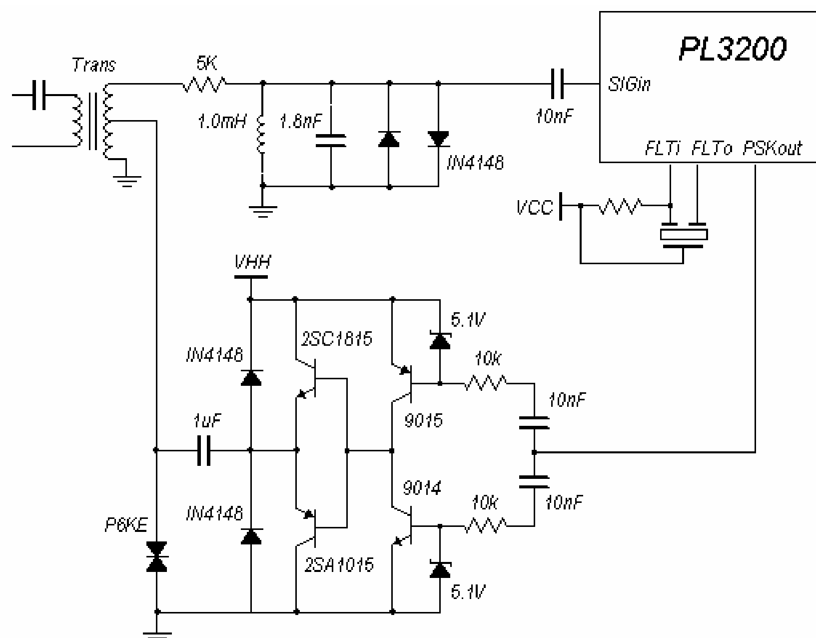
电能计量应用一（电压/电流互感器采样方式）



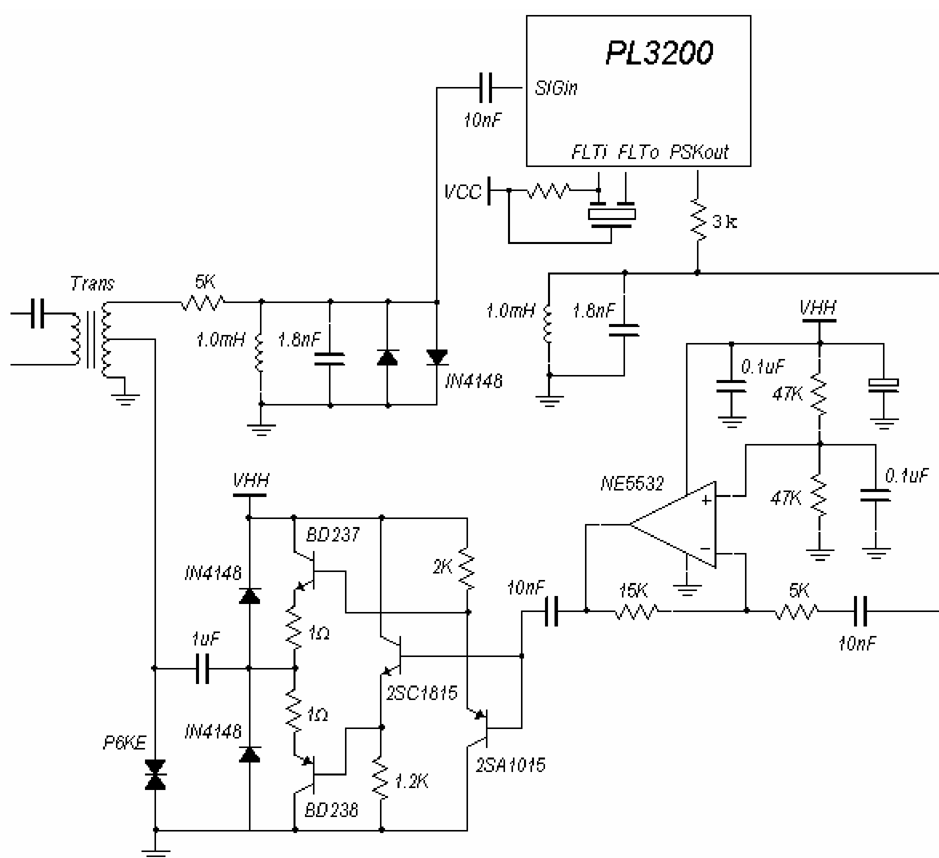
电能计量应用二（锰铜电阻分压采样方式）



载波通讯

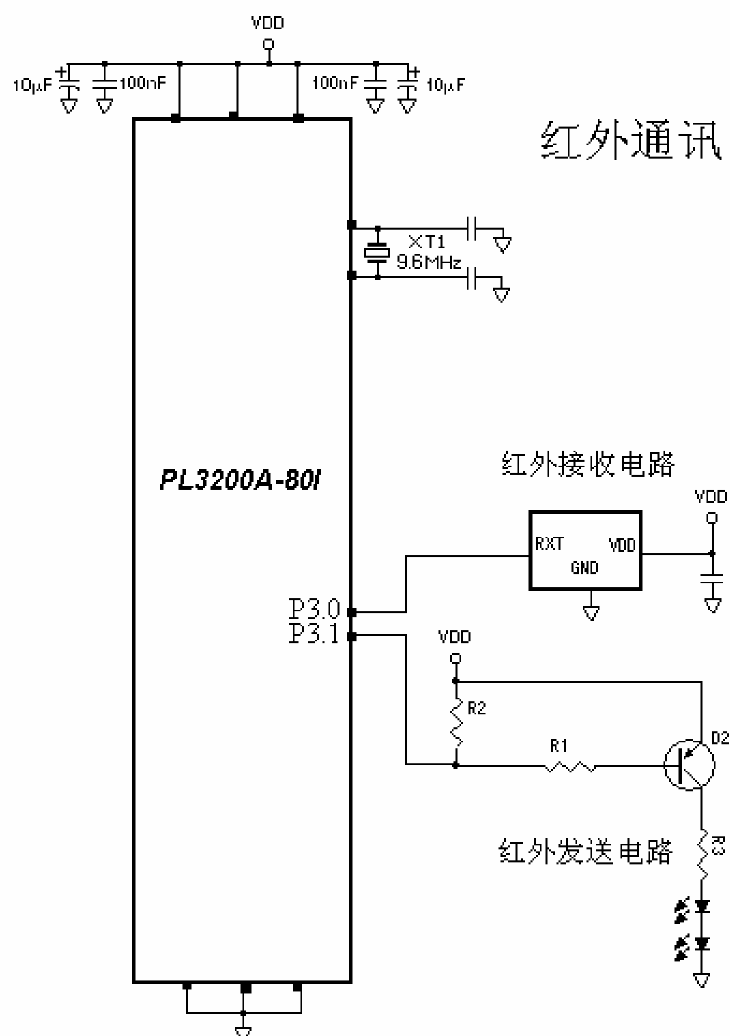


低成本简化发送电路

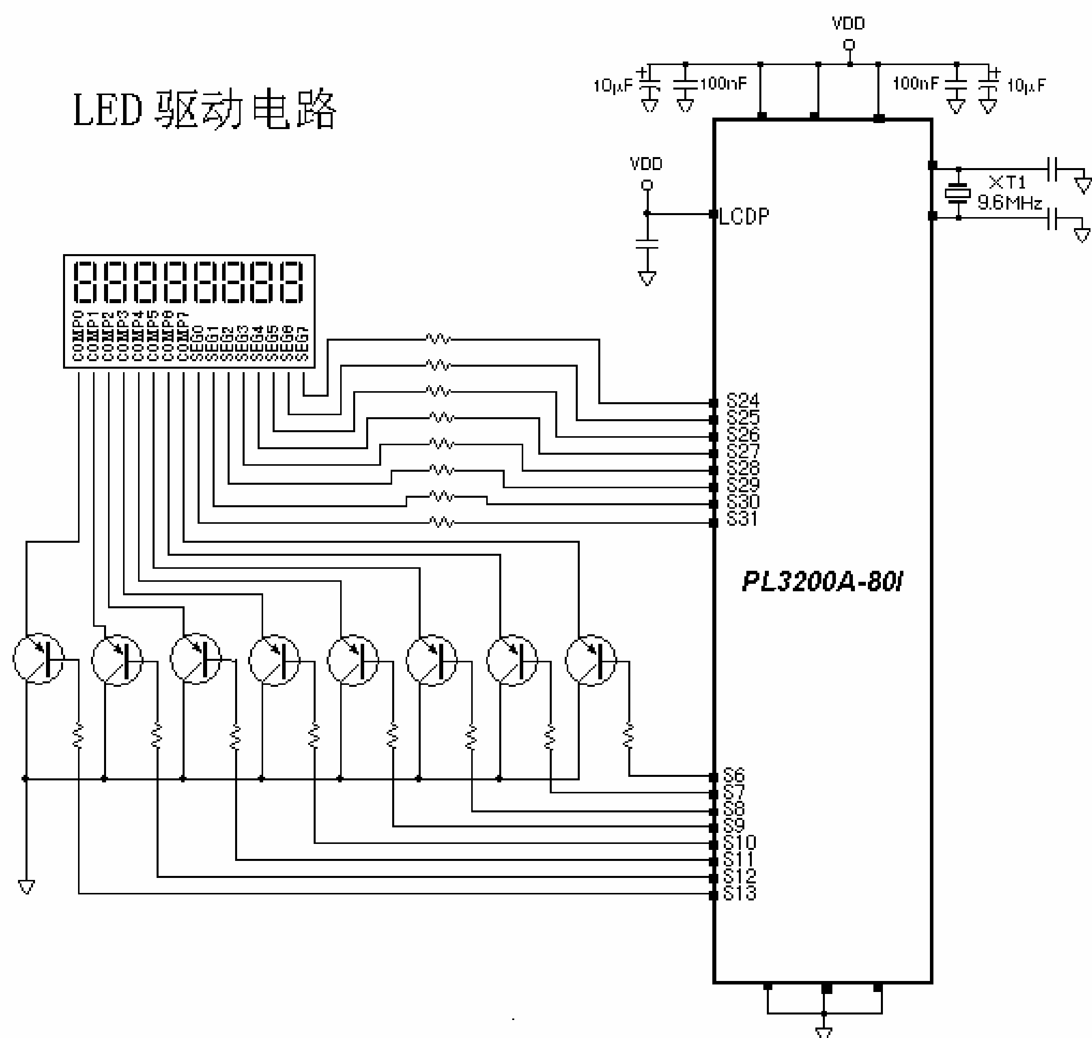


高性能正弦波发送电路

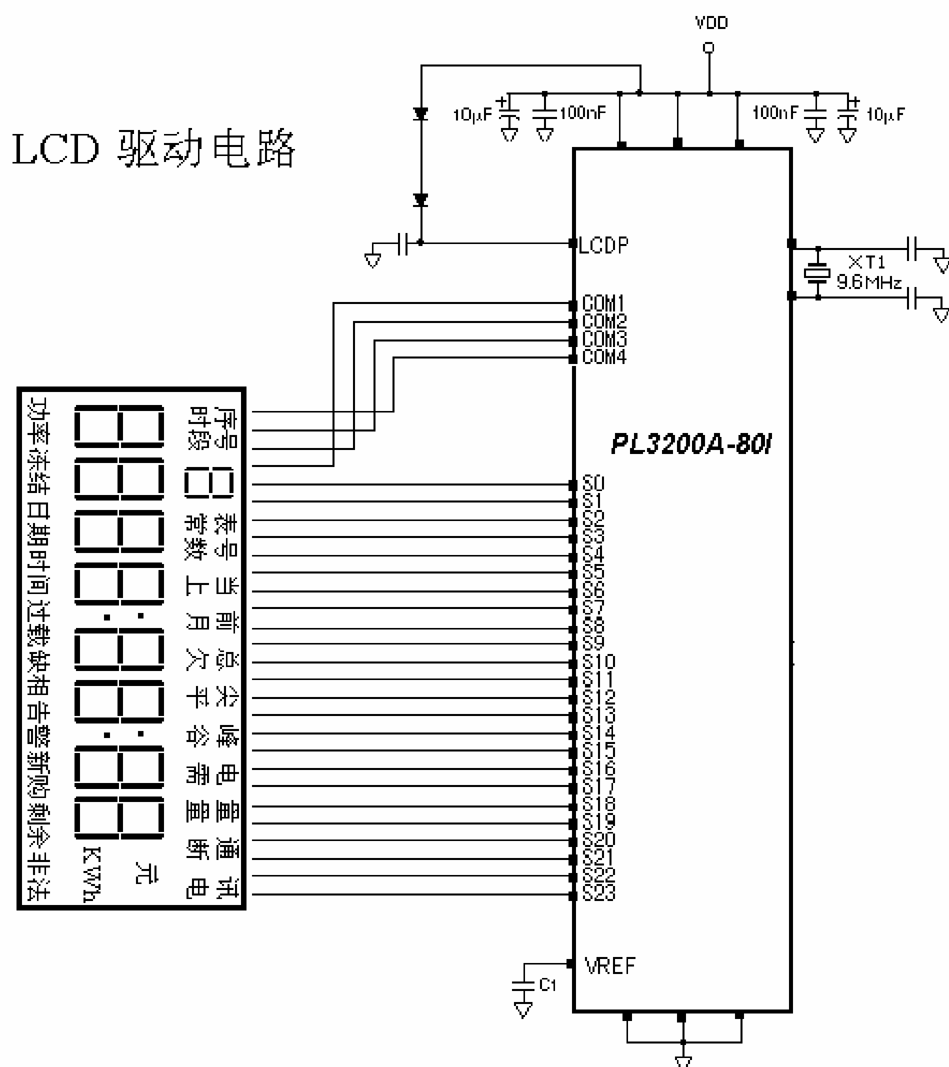
红外通讯


VDD
10μF
100nF
100nF
10μF
红外通讯
XT1
9.6MHz
PL3200A-80I
红外接收电路
VDD
RXT
VDD
GND
P3.0
P3.1
VDD
R2
R1
D2
红外发送电路
R3

LED 显示驱动


LED 驱动电路
VDD
10μF
100nF
100nF
10μF
VDD
LCDP
XT1
9.6MHz
88888888
COMP0
COMP1
COMP2
COMP3
COMP4
COMP5
COMP6
COMP7
SEG0
SEG1
SEG2
SEG3
SEG4
SEG5
SEG6
SEG7
S24
S25
S26
S27
S28
S29
S30
S31
PL3200A-80I
S6
S7
S8
S9
S10
S11
S12
S13

LCD 显示驱动


LCD 驱动电路
VDD
10μF
100nF
100nF
10μF
LCDP
COM1
COM2
COM3
COM4
XT1
9.6MHz
PL3200A-80I
S0
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
S11
S12
S13
S14
S15
S16
S17
S18
S19
S20
S21
S22
S23
VREF
C1
序号
时段
表号
常数
当前
上月
总
尖
峰
平
谷
电量
需量
通讯
断电
元
KWh
功率
冻结
日期
时间
过载
缺相
告警
新购
剩余
非法

附录 A：PL3200 寄存器快速查询表

PL3200 特殊功能寄存器（SFR）列表

REGISTER	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
P0	P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0	80H	R/W
SP									81H	R/W
DPL									82H	R/W
DPH									83H	R/W
STATUS	SMOD	SMOD1	WDT	PU			VBFO	PFI	87H	R
PCON	SMOD	SMOD1					STOP	IDLE	87H	W
TCON	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	88H	R/W
TMOD	GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0	89H	R/W
TL0									8AH	R/W
TL1									8BH	R/W
TH0									8CH	R/W
TH1									8DH	R/W
CKCON	RST1	RST0	WDT2	WDT1	WDT0	CK2	CK1	CK0	8EH	R/W
WDT_RST		看门狗复位发送定时器 A1H							8FH	R/W
P1	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	90H	R/W
SCON0	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	98H	R/W
SBUF0									99H	R/W
P2	P2.7								A0H	R/W
IE	EA	ES1	ET2	ES0	ET1	EX1	ET0	EX0	A8H	R/W
EIE								EX2	A9H	R/W
P3	P3.7	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0	B0H	R/W
IP		PS1	PT2	PS0	PT1	PX1	PT0	PX0	B8H	R/W
EIP								PX2	B9H	R/W
SCON1	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	C0H	R/W
SBUF1									C1H	R/W
TCON2			TF2	TR2			IE2	IT2	C8H	R/W
TMOD2					GATE	C/T	M1	M0	C9H	R/W
TL2									CCH	R/W
TH2									CDH	R/W
PSW	CY	AC	F0	RS0	RS1	OV	ALU_MOD	P	D0H	R/W
EXT_DAT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D8H	R/W
EXT_ADR	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	D9H	R/W
RS485_RST		RS485复位发送定时器 A4H							DAH	W
IR_CNT1		38K红外发送分频器							DBH	R/W
ACC									E0H	R/W
ACC_H									E1H	R/W
PMU_DAT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E8H	R/W
PMU_ADR	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	E9H	R/W
B									F0H	R/W
B_H									F1H	R/W
SSC_DAT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F8H	R/W
SSC_ADR	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	F9H	R/W
SSC_BUF	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	FAH	R/W

电能计量单元（PMU）地址分配表

REGISTER	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
Freq_LB									00H	R
Freq_HB									01H	R
Irms1									02H	R
Irms2									03H	R
Irms3									04H	R
Irms4									05H	R
Vrms1									06H	R
Vrms2									07H	R
Vrms3									08H	R
Vrms4									09H	R
IAD_LB									0AH	R
IAD_HB									0BH	R
UAD_LB									0CH	R
UAD_HB									0DH	R
P.CNT									0EH	R
Q.CNT									0FH	R
Poff_LB									10H	R/W
Poff_HB									11H	R/W
Pgate_LB									12H	R/W
Pgate_HB									13H	R/W
Qoff_LB									14H	R/W
Qoff_HB									15H	R/W
Qgate_LB									16H	R/W
Qgate_HB									17H	R/W
Tcal_LB									F9H	R
Tcal_HB									FAH	R
Status				LDE	QDIR	QCF	PDIR	PCF	FBH	R
Config	PMU_ENA	AC_DC	PIE	QIE	PMOD	QMOD		Isel	FCH	R/W
Iagc_cfg							G1	G0	FDH	R/W
DPC									FEH	R/W
WriteProtectRegister	数据为FFH时取消写保护，否则将使能写保护								FFH	W

注：对地址进行写操作时，均要取消写保护！对FBH地址进行写操作，将开始进行Irms,Vrsm的计算

扩频通信单元（SSC）地址分配表

Resister	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
CommStatus Rrgister	DTR				EOF	FHF	DRF	$\overline{R}/T$	00H	R
CommControl Register 1	$K/\overline{G}$		WS	A4	A3	A2	A1	A0	02H	R/W
CommControl Register 2	SSC_ENA	SSC_IE						$\overline{R}/T$	03H	R/W
PN Capture Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	04H	R/W
Fine-sync Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	05H	R/W
Write Protect Register	数据为FFH时取消写保护，否则将使能写保护								FFH	W

注：对地址02H，04H，05H进行写操作时，要取消写保护！

外部设备地址分配表

REGISTER	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
LED/LCD BUFF0									00H	W
LED/LCD BUFF1									01H	W
LED/LCD BUFF2									02H	W
LED/LCD BUFF3									03H	W
LED/LCD BUFF4									04H	W
LED/LCD BUFF5									05H	W
LED/LCD BUFF6									06H	W
LED/LCD BUFF7									07H	W
LED/LCD BUFF8									08H	W
LED/LCD BUFF9									09H	W
LED/LCD BUFF10									0AH	W
LED/LCD BUFF11									0BH	W
LED/LCD BUFF12									0CH	W
LED/LCD BUFF13									0DH	W
LED/LCD BUFF14									0EH	W
LED/LCD BUFF15									0FH	W
LED/LCD_BUFF16-127									10H-7FH	W
Time Adjust Register									80H	R/W
Second Register		D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	81H	R/W
Minute Register		D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	82H	R/W
Hour Register			D5	D4	D3	D2	D1	D0	83H	R/W
Week Register						D2	D1	D0	84H	R/W
Day Register			D5	D4	D3	D2	D1	D0	85H	R/W
Month Register				D4	D3	D2	D1	D0	86H	R/W
Year Register	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	87H	R/W
TSensor_HB Register									FBH	R
TSensor_LB Register									FCH	R
EXT_CTRL								RS485_RS	FDH	R/W
EXT_CFG				TS		LED/LCD	IR38K	RS485	FEH	R/W
Write Protect Register	数据为FFH时取消写保护，否则将使能写保护								FFH	W

注：对地址80H--87H进行写操作时，均要取消写保护！

对 EXT_CTRL **和** EXT_CFG **写操作时，其中未定义的比特位必需置零以保持前后系列产品的兼容性。**

PL3200 芯片手册			
版本	**发行日期**		
暂定版本 1.0	2004/2/26		
暂定版本 1.1	2004/5/12		
版本 1.0	2004/8/21		
版本 1.1	2004/9/12		
版本 1.2	2005/1/9		
版本 1.3	2005/3/13		